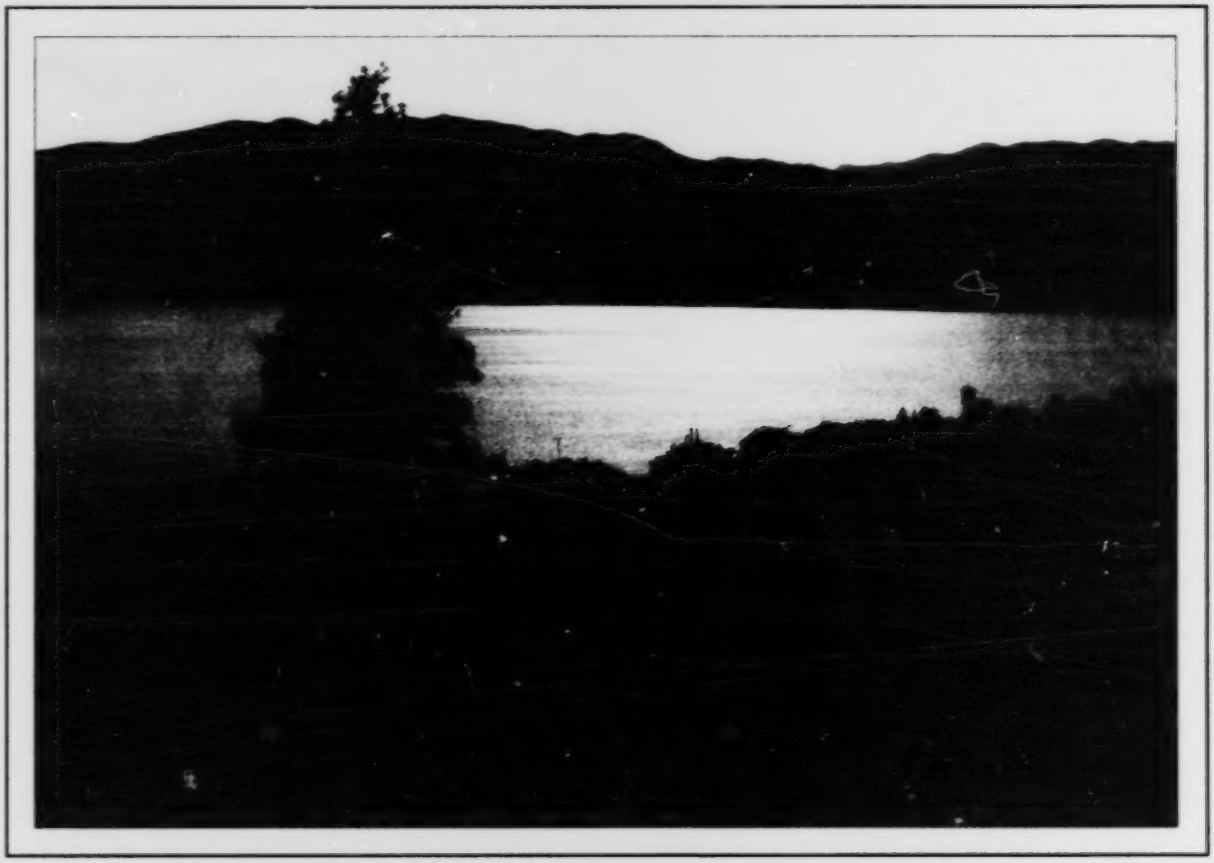
Pesticides

Recherche et surveillance



Rapport annuel
1988 - 1989

Environnement Canada Environment Canada

Canada

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

Recherche sur les pesticides et rapport annuel de surveillance, 1988-1989

91-04624/

Environnement Canada

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
No de catalogue En40-11/13-1989F
ISBN 0-662-96834-4
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

Table des matières

SOMMAIRE x

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

1. Examen de l'influence exercée par les paramètres de fonctionnement de l'hélicoptère sur la dérive du nuage d'herbicides appliqués dans le cadre de programmes de dégagement des conifères 1

2. Dépôt hors cible d'un insecticide agricole appliqué en pulvérisation par aéronef et répercussions sur la faune aquatique 3

3. Fréquence et importance de la contamination des étangs en forêt par le fénitrothion 5

4. Comparaison, sur le plan de la toxicité dans l'eau, de deux formulations de fénitrothion, en émulsion et coulable 7

5. Effets de la pulvérisation par aéronef du fénitrothion sur des Pinsons à gorge blanche au moment de la reproduction 8

6. Effets sur les oiseaux chanteurs des forêts du fénitrothion appliqué par pulvérisation, effets déterminés par l'abaissement du taux de cholinestérase 10

7. Effets sur les oiseaux de l'application de pesticides dans les vergers de la vallée d'Annapolis 13

8. Tendances et distribution géographique des contaminants organochlorés dans les populations d'oiseaux de mer de l'est du Canada . . . 15

9. Projet de drainage souterrain au Nouveau-Brunswick : une étude des effets de l'agriculture intensive sur la qualité de l'eau 17

10. Programme d'eau souterraine, entente de gestion des eaux Canada/Île-du-Prince-Édouard . . . 19

11. Migration et évolution des pesticides dans l'eau souterraine 20

12. Relevé fédéral-provincial des produits chimiques toxiques dans les sources d'eau potable 22

13. Une application de la technologie SPANS à la surveillance des contaminants toxiques dans la région de l'Atlantique 24

14. Contaminants organiques dans les précipitations . . . 26

15. Dispersion de dichlorvos consécutive à un traitement simulé des ectoparasites du saumon 27

16. Transport du chlorothalonil pulvérisé par aéronef et effets sur une mare 28

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU QUÉBEC

1. Lessivage du métolachlore ainsi que de l'atrazine et de ses métabolites dans le sol et dans l'eau souterraine 31

2. Variations de concentration intracellulaire d'acides aminés libres chez des moules gardées dans des cages, *Elliptio complanata,* et exposées dans des bassins agricoles 34

3. Calcul d'un objectif de la qualité de l'eau en fonction de lieux précis pour l'atrazine trouvée dans la rivière Yamaska 36

4. Enquête à deux composantes sur les effets des pesticides sur les biotes (phytobiologie) d'une rivière située dans un bassin hydrologique soumis à une exploitation agricole intensive 39

5. Évaluation des effets à moyen terme sur les communautés aviennes de l'entretien des plantations d'épinettes noires aux phénoxys et au glyphosate 42

6. Effets de l'arrosage de l'azinphos-méthyl, du malathion et du carbofuran sur les oiseaux nicheurs des pommeraies et des fraiseraies au Québec 44

7. Effets du traitement des arbres ornementaux au diazinon et à l'acéphate sur le Merle d'Amérique en milieu urbain 45

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ONTARIO

1. Analyse des pesticides - assurance de la qualité interministérielle au fédéral 49

2. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada pour l'atrazine, le carbofuran et le glyphosate 51

3. Technique de dépistage de l'atrazine dans l'eau souterraine et l'eau de surface 53

4. Application de l'acétylcholinestérase à la détection des effets d'insecticides organophosphatés en concentration sublétale sur les invertébrés aquatiques 57

5. Isomérisation photochimique et chimique de la deltaméthrine 59

6. Mise au point de méthodes de traitement avec le 1,2-dichloropropane et le 1,3-dichloropropène 61

7. Pesticides dans l'eau de pluie du sud de l'Ontario . . 63

8. Atrazine et métolachlore dans l'eau de ruissellement agricole 64

9. Répercussions biologiques du ruissellement sur des terres agricoles travaillées selon des méthodes classiques ou des méthodes de conservation : effets sur la productivité primaire et secondaire **66**

10. Nématicides dans l'eau de surface et l'eau souterraine du bassin hydrologique de Big Creek . . . **68**

11. Bioaccumulation et biodégradation du tributylétain **70**

12. Biodégradation des contaminants dans les réseaux hydrologiques **72**

13. Dynamique des pesticides à base de benzothiazole dans le milieu **74**

14. Surveillance annuelle des niveaux de contamination et des effets biologiques sur les oiseaux piscivores des Grands Lacs : I. Niveau de contamination des oeufs du Goéland argenté . . . **76**

15. Surveillance annuelle des niveaux de contamination et des effets biologiques sur les oiseaux piscivores des Grands Lacs : II. Anomalies congénitales observées chez des Cormorans à aigrettes (CA) embryonnaires et néonataux **77**

16. Surveillance annuelle des niveaux de contamination et des effets biologiques sur les oiseaux piscivores des Grands Lacs : III. Biologie de la reproduction des Goélands argentés et des Sternes de Forster dans le couloir des rivières Détroit et Sainte-Claire **79**

17. Faune et pesticides agricoles dans le sud de l'Ontario : paramètres de la biologie de la reproduction des hirondelles, des Merles bleus et des crécerelles qui nichent près des pommeraies le long de l'escarpement de Niagara **80**

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'OUEST ET DU NORD

1. Projet d'alimentation de l'aquifère d'Elie **85**

2. Surveillance du dépôt de deltaméthrine appliquée par aéronef sur des terres humides des Prairies **87**

3. Enquêtes sur les pesticides dans l'eau souterraine sous un champ irrigué près d'Outlook, Saskatchewan **88**

4. Réévaluation des pesticides en usage **90**

5. Effets des formulations de pesticides sous forme d'appâts de son sur des organismes non visés **94**

6. Évolution et effet du diclofop-méthyl sur un microcosme aquatique **96**

7. Toxicité chronique du lindane, du triallate et de la trifluraline chez la tête-de-boule et *Ceriodaphnia dubia* **98**

8. Toxicité chez les canetons malards causée par le carbofuran pulvérisé **101**

9. Risque potentiel d'intoxication indirecte des oiseaux de proie par des rodenticides en Alberta . . . **103**

10. Possibilités d'utiliser les pistes des Merles bleus pour mesurer les effets des insecticides sur les oiseaux chanteurs **104**

11. Extractabilité de quatre herbicides recueillis sur des moniteurs inertes de vapeurs organiques . . . **106**

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU PACIFIQUE ET DU YUKON

1. Inventaire de l'utilisation des pesticides au Yukon, 1986 . . . . . **111**

2. Distribution et profils d'utilisation des pesticides dans la vallée inférieure du Fraser 113

3. Étude des pesticides dans l'aquifère de la plaine alluviale fluvio-glaciaire d'Abbotsford 115

4. Relevé de la contamination par les pesticides de l'eau souterraine contenue dans des aquifères à risque élevé, vallée inférieure du Fraser 117

5. Évaluation préliminaire de certains pesticides dans le bassin hydrographique de Nicomekl et méthodes d'évaluation proposées de la toxicité chez les biotes aquatiques 119

6. Distribution et persistance du diazinon dans une tourbière oligotrophe d'atoca 121

7. Effets de différents types d'eau de dilution sur la toxicité aiguë du glyphosate et de ses formulations chez les salmonidés juvéniles du Pacifique et la truite arc-en-ciel 123

PROGRAMME DES PESTICIDES AU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE FAUNIQUE (CNRF), HULL (QUÉBEC)

1. Élaboration de lignes directrices sur la détermination de la toxicité des pesticides chez des plantes non visées 126

2. Création de bases de données sur l'utilisation des habitats agricoles par les oiseaux 128

3. Recensement des oiseaux en zones agricoles (ROZA) au Canada 130

4. Risques causés par l'utilisation de pesticides pour les espèces menacées et en danger de disparition 132

5. Risques indirects associés aux perchoirs «Rid-a-Bird» pour les faucons 134

6. Autres études sur l'effet des mesures de lutte contre les ravageurs des cultures sur la Chouette des terriers, une espèce menacée **136**

7. Incorporation dans le sol de semences de céréales et de granules d'insecticides appliqués durant l'ensemencement du colza canola . **137**

8. Évaluation de l'utilité des études actuelles sur la reproduction des oiseaux **139**

ANNEXE
CONTRIBUTION D'ENVIRONNEMENT CANADA AUX DOCUMENTS RELATIFS AUX DÉCISIONS FINALES . . **143**

INDEX **151**

Sommaire

Nous présentons le troisième rapport annuel du programme des pesticides d'Environnement Canada. Le lecteur y trouvera un résumé des résultats obtenus dans le cadre des différents programmes de recherche et de surveillance effectués en 1988-1989 par les différents secteurs du Ministère. Les projets ont été regroupés en six sections qui correspondent aux régions où les travaux ont été effectués.

Ce qui suit est un aperçu des projets entrepris dans chacune des cinq régions du Canada ainsi qu'au Centre national de la recherche faunique (CNRF).

Dans la région de l'Atlantique, on a examiné l'influence de la vitesse et de l'altitude des hélicoptères sur la dérive des herbicides dans le cadre de programmes de dégagement des conifères; on a aussi mesuré les dépôts hors cible d'insecticides appliqués par aéronef sur des cultures ainsi que les effets associés sur la faune aquatique.

La région a également participé à un certain nombre de projets qui portaient sur le fénitrothion. On a fait une étude qui visait à déterminer l'importance de la contamination d'étangs en forêt qui sont exposés à du fénitrothion appliqué par pulvérisation, ainsi que déterminé la toxicité aiguë des différentes formulations de fénitrothion chez le poisson, les bivalves, les moules et la daphnie. On a également évalué les effets de l'application aérienne de fénitrothion sur le Pinson à gorge blanche et sur les oiseaux chanteurs des forêts. On a évalué, en outre, les effets de pesticides appliqués en pulvérisation sur des populations d'oiseaux dans les vergers de la vallée d'Annapolis ainsi que la répartition et les grandes tendances de la contamination par des contimants organochlorés chez des populations d'oiseaux de mer de l'est du Canada.

Certaines études ont porté sur la persistance de pesticides trouvés dans l'eau souterraine de drainage de champs de pommes de terre ainsi que sur la contamination de l'eau souterraine par des pesticides, notamment l'aldicarbe, dans l'Île-du-Prince-Édouard.

D'autres études faites dans la région ont porté sur des contaminants chimiques trouvés dans les précipitations humides, sur la dispersion du dichlorvos appliqué dans les enclos à saumons et enfin sur le mouvement du chlorothalonil trouvé hors des champs de pommes de terre traités avec ce fongicide.

Dans la région du Québec, on a fait des études sur le lessivage du métolachlore, de l'atrazine et de ses métabolites dans le sol et dans l'eau souterraine, ainsi que sur la teneur en acides aminés de moules en cage exposées à des substances toxiques contenues dans la rivière Yamaska. On a également étudié la toxicité des pesticides chez le phytoplancton ainsi que chez les populations d'oiseaux qui vivent en forêt, dans les vergers et en milieu urbain.

Dans la région de l'Ontario, on a évalué différentes nouvelles techniques de surveillance des pesticides trouvés dans le milieu. On a déterminé l'efficacité de trousses commerciales de dosage immunologique qui servent aux analyses de pesticides et on a élaboré une méthode de mesure de l'exposition d'insectes aquatiques à des insecticides organophosphatés en faible concentration. En outre, la région a mis au

point des méthodes de dosage des isomères de la deltaméthrine, du 1,2-dichloropropane et du 1,3-dichloropropène.

Différents programmes de surveillance des pesticides ont été appliqués dans la région. On a déterminé la concentration d'herbicides dans l'eau de pluie recueillie dans la partie sud de l'Ontario; on a aussi déterminé la quantité d'atrazine et de métolachlore trouvée dans l'eau de ruissellement de terres agricoles cultivées selon des méthodes de «conservation» et des méthodes classiques, dans le sud-ouest de l'Ontario. On a étudié les concentrations de 1,2-dichloropropane et de 1,3-dichloropropène dans le bassin hydrologique de Big Creek.

On a mesuré la toxicité d'herbicides dans l'eau de ruissellement, par les effets sur la croissance et la productivité d'algues et d'invertébrés aquatiques, ainsi que la bioaccumulation du tributylétain chez des moules en cage déposées dans l'eau et les sédiments contaminés de certains ports. En outre, on a mesuré, par un programme de surveillance, la transformation, la solubilité dans l'eau et le partage du TCMTB dans l'eau et les sédiments.

On a étudié la concentration des pesticides dans les oeufs de Goélands argentés ainsi que la fréquence d'apparition de troubles dans le développement de Cormorans à aigrettes trouvés dans la région des Grands Lacs. On a également effectué la surveillance de populations d'oiseaux, de mammifères, de lombrics et d'insectes exposés à des pesticides appliqués par pulvérisation à des pommeraies du sud de l'Ontario.

Les équipes de la région de l'Ouest et du Nord ont participé à plusieurs programmes de surveillance des pesticides. Elles ont évalué la qualité de l'eau dans la rivière La Salle, au Manitoba, par l'examen de la concentration d'insecticides et d'herbicides dans l'eau à la fin de l'été et au début de l'automne; un projet portait sur la détermination du degré de contamination des fondrières par la deltaméthrine appliquée par aéronef. On a également assuré la surveillance de l'eau souterraine qui irrigue des terres agricoles près d'Outlook en Saskatchewan, pour y trouver de la contamination par des pesticides. On a rédigé des rapports qui portaient sur la transformation dans le milieu et la toxicité du MCPA, du glyphosate, du difenzoquat, du triallate, du pentachlorophénol et de la créosote.

En outre, on a effectué dans la région plusieurs études qui visaient à déterminer les effets de pesticides sur des organismes non visés. On a examiné les effets de formulations d'insecticides présentés en appâts de son sur le ténébrion, la découpeuse, la truite arc-en-ciel et la daphnie, ainsi que la transformation du diclofop-méthyl et ses effets sur certains organismes planctoniques et benthiques dans un microcosme aquatique. On a aussi évalué la toxicité du lindane, du triallate et de la trifluraline chez la tête-de-boule et *Ceriodaphnia* ainsi que la toxicité du carbofuran chez des canetons malards. On a également mesuré la concentration de strychnine de spermophiles intoxiqués par cette substance et les effets de la substance sur les oiseaux de proie falconiformes au nid qui se nourrissaient de spermophiles. Un autre projet portait sur la faisabilité d'utiliser les pistes de Merles bleus pour la surveillance des effets des insecticides sur les oiseaux chanteurs.

Dans la région du Pacifique et du Yukon, on a fait un relevé de l'utilisation des pesticides en 1986 ainsi qu'un relevé de la distribution et de l'utilisation des pesticides dans la vallée inférieure du Fraser. On a surveillé la qualité de l'eau souterraine qui provient de

l'aquifère d'Abbotsford pour voir s'il y avait de la contamination par des pesticides; on a également étudié l'eau de la rivière Micomekl pour juger de sa contamination par le dinosèbe et l'endosulfan qui auraient pu être emportés dans l'eau de ruissellement d'origine agricole. De plus, on a étudié la persistance du diazinon dans l'eau et les sédiments de tourbières oligotrophes d'atoca qui avaient été traités avec cet insecticide. On a également fait des travaux de détermination de la toxicité du glyphosate, de formulations de glyphosate et d'un agent tensio-actif chez des saumons et des truites arc-en-ciel juvéniles placés en eau naturelle.

Le CNRF a participé à la rédaction de lignes directrices sur les essais de toxicité de pesticides chez des plantes non visées, à la constitution de bases de données sur l'utilisation d'habitats agricoles par des oiseaux ainsi qu'à l'établissement d'un recensement des oiseaux en zones agricoles. Le Centre a aussi fait des études pour déterminer quels pesticides pourraient menacer davantage des espèces menacées ou en danger de disparition et pour déterminer la toxicité secondaire des perchoirs du type «Rid-a-Bird» et de géomys empoisonnés à la strychnine chez les prédateurs ailés et les Chouettes des terriers, respectivement. Le Centre a aussi déterminé quelle quantité de granulés de pesticides demeurait non incorporée après l'ensemencement du colza canola; il a aussi évalué la pertinence des études sur la reproduction des oiseaux qui sont remises par l'industrie.

Le présent document contient aussi une partie relative aux décisions finales concernant la transformation dans le milieu et les effets de la clofentizine, un acaricide.

Un index permettra au lecteur de déterminer facilement quelles études se rattachent à un sujet donné. On encourage le lecteur à consulter les articles qui l'intéressent et à s'adresser à la personne-ressource qui est mentionnée à la fin de chaque article.

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE
(Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve)

1. EXAMEN DE L'INFLUENCE EXERCÉE PAR LES PARAMÈTRES DE FONCTIONNEMENT DE L'HÉLICOPTÈRE SUR LA DÉRIVE DU NUAGE D'HERBICIDES APPLIQUÉS DANS LE CADRE DE PROGRAMMES DE DÉGAGEMENT DES CONIFÈRES

(D. Crabbe, CNR, D. Kristmanson, UNB, P. McCooeye, CNR, R. Mickel, SEA, C. Reily, *Research and Productivity Council* (RPC), et C. Wiesner, RPC)

Introduction. L'application aérienne d'herbicides afin de dégager des semis de conifères de la végétation qui les étouffe est un élément critique du reboisement et de la sylviculture. Étant donné les volumes élevés d'application présentement en vigueur, les appareils sont peu productifs (le plus souvent, une à deux minutes de pulvérisation par sortie), et les coûts d'application sont élevés. Essentiellement, l'application aérienne d'herbicides a beaucoup moins attiré l'attention des chercheurs que celle des insecticides, mais cette situation évolue rapidement. Les gestionnaires forestiers jugent qu'il est urgent d'améliorer l'efficacité et la rentabilité des opérations tout en minimisant les effets sur le milieu. À ce jour, quelques études sur l'utilisation des pesticides en forêt ont porté sur les caractéristiques des pulvérisateurs, sur la définition des zones tampons et sur le rapport entre la taille des gouttelettes et l'efficacité.

En 1987, on a procédé à des essais sur la dérive de glyphosate appliqué par hélicoptère; les résultats préliminaires semblent indiquer que, dans certaines conditions de fonctionnement, les gouttelettes de grande taille (150 µm) peuvent se transporter sur des distances importantes et occasionner des dépôts sous le vent qui sont beaucoup plus concentrés que ce qui a été indiqué dans certaines études antérieures du «pire des scénarios possibles». Cette étude révélait que des paramètres précis de fonctionnement de l'hélicoptère (vitesse de vol et altitude) pouvaient être largement responsables des différences observées.

On a examiné l'influence de l'altitude et de la vitesse de l'appareil sur la dérive et les dépôts hors cible au moyen d'un hélicoptère Bell 206 équipé de buses hydrauliques du type D10-45. Grâce à une technique à deux marqueurs, le dépôt dans la bande traitée ainsi que le dépôt et la dérive hors cible laissés par un Turbo Thrush ont aussi été mesurés; ce dernier était équipé de pulvérisateurs rotatifs Micronair 4-AU4000 remplis par gravité qui tournaient à 2 500 tours par minute. Voici les objectifs précis de l'étude :

1) déterminer l'effet de deux vitesses de vol sur le vortex de l'hélicoptère et la dérive ainsi que le dépôt;

2) déterminer l'effet de trois hauteurs de vol sur le vortex de l'hélicoptère et sur la dérive ainsi que le dépôt;

3) déterminer le dépôt dans la bande traitée ainsi que la dérive et le dépôt hors cible lors d'une application par la combinaison avion-Micronair;

4) établir des corrélations entre la dérive et le flux dans le nuage et le dépôt sur des mauvaises herbes naturelles.

Méthode. En septembre 1988, 13 expériences de pulvérisation au total ont été faites dans la région de Red Rock au Nouveau-Brunswick. Chaque essai était fait avec un appareil Bell 206B fourni par le ministère des Ressources naturelles et de

l'Énergie au Nouveau-Brunswick et un Turbo Thrush Ayres prêté par la société J.D. Irving; les appareils pulvérisaient un simulant du glyphosate marqué avec un traceur chimique et un colorant différents. Les appareils pulvérisaient le produit par alternance sur une seule ligne de vol, par vent de côté; il y avait trois passages par expérience au total. Le dépôt était recueilli dans une bande de 0 à 600 m sous le vent sur des plaques collectrices situées au sommet de la couverture d'herbes (environ 100 cm), sur des simulateurs du feuillage à l'intérieur de la broussaille et sur le feuillage des plantes indigènes. Des échantillons étaient prélevés dans le nuage dérivant jusqu'à une altitude de 200 m au-dessus du sol et à 200 ainsi que 550 m sous le vent de la bande de traitement, au moyen de rototiges portées par des ballons. Les paramètres d'opération, examinés comme variables indépendantes, ont été la hauteur de pulvérisation du Thrush et du Bell (7,6, 15,2 et 24,4 m) ainsi que la vitesse de vol du Bell (22,4 et 35,8 m/s). Dans les 13 essais, la vitesse du vent a varié entre 1,4 et 6,1 m/s.

La mesure des dépôts accumulés sur les plaques collectrices a permis de montrer qu'avec le Bell 206B, ni la vitesse du vent ni la hauteur de vol ni la vitesse de l'appareil n'ont eu d'effet important sur le dépôt intégré sur 600 m du produit pulvérisé. Les mesures de la dérive à 200 et 550 m ont permis de confirmer qu'il n'y a pas de corrélation avec la hauteur de vol de l'appareil, mais elles ont montré une faible corrélation entre l'accentuation de la dérive et la vitesse accrue du vent. Pour les 13 essais, la dérive au-delà de 550 m variait entre 1 et 22,5 % du produit appliqué. La dérive et le dépôt sur les plaques collectrices permettent d'expliquer entre 70 et 100 % du produit pulvérisé. Avec le Turbo Thrush d'Ayres, seule la vitesse a donné une corrélation de très peu d'importance avec le dépôt intégré sur 600 m.

Il a été observé que le point de dépôt maximal et que la largeur de la bande traitée sont essentiellement les mêmes pour les deux appareils fonctionnant à la même hauteur de vol. Le déplacement sous le vent des dépôts maximaux observés augmente avec la vitesse du vent et la hauteur de vol de l'appareil. La vitesse de l'hélicoptère n'a pas eu d'effet important sur l'emplacement et l'importance du dépôt maximal ni sur la largeur de la bande traitée. Plus le Bell 206B volait haut et plus le vent était fort, plus la bande traitée était large. Avec le Turbo Thrush d'Ayres, seule la vitesse du vent avait un effet important sur la largeur de la bande traitée.

Les résultats obtenus au cours de ces travaux préliminaires semblent indiquer que les hélicoptères et les avions ont un rendement essentiellement semblable dans de mêmes conditions. Cependant, le recours à des stratégies améliorées de pulvérisation, sous des vents plus forts, à des hauteurs de vol supérieures et peut-être avec des gouttelettes de diamètre plus réduit, pourrait donner un dépôt plus uniforme et plus efficace à l'intérieur du bloc traité et conduire à une réduction de la contamination hors cible.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

R.E. Mickle
Service de l'environnement atmosphérique
Environnement Canada
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)
M3H 5T4

(416) 739-4851

2. DÉPÔT HORS CIBLE D'UN INSECTICIDE AGRICOLE APPLIQUÉ EN PULVÉRISATION PAR AÉRONEF ET RÉPERCUSSIONS SUR LA FAUNE AQUATIQUE (W.R. Ernst, P. Jonah, K. Doe, G. Julien et P. Hennigar)

Introduction. La dérive de pesticides appliqués en pulvérisation par voie aérienne peut contaminer des milieux non visés, particulièrement des réseaux aquatiques. La création de zones tampons, soustraites à la pulvérisation directe de pesticides, autour de secteurs aquatiques vulnérables, constitue l'une des méthodes possibles pour tenter d'éviter que des pesticides ne se déposent hors des zones cibles. La largeur des zones tampons dépend de la cinétique du dépôt hors cible et de la toxicité du pesticide chez la faune qui y est exposée. Cette étude, dont l'objectif était de déterminer la largeur des zones tampons nécessaire à la protection des réseaux aquatiques, a permis de mesurer le dépôt hors cible et d'évaluer les effets sur plusieurs animaux aquatiques d'un pesticide agricole pulvérisé par aéronef.

Méthode. Les dépôts laissés par l'endosulfan appliqué par voie aérienne ont été recueillis sur des plaques d'échantillonnage et dans des contenants remplis d'eau, qui étaient disposés à distance variable sous le vent du secteur traité. L'eau contaminée a servi à des essais biologiques de létalité de 24 h, faits dans un laboratoire temporaire voisin, sur l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), des corises (*Sigara alternata*), des larves de phrygane (*Limnephilus* spp.), des bivalves (*Pisidium* spp.), des chironomes (*Chironomidae* spp.) et des puces d'eau (*Daphnia magna*). Des échantillons de trois pulvérisations ont été recueillis; ces dernières ont toutes été faites dans des conditions météorologiques réglementaires.

Résultats et analyse. L'analyse chimique des plaques collectrices et de l'eau exposées a révélé que les dépôts diminuaient exponentiellement avec l'éloignement sous le vent; ils variaient entre 82 mg/m^3 et 1,7 mg/L pour les plaques et les échantillons d'eau situés à l'intérieur de la zone cible, et 0,051 mg/m^3 et 0,004 mg/L pour les plaques et les échantillons d'eau situés à 200 m sous le vent. Au bout d'une exposition de 24 h à l'eau contaminée par la dérive du pesticide, aucune mortalité ne pouvait être attribuée au pesticide dans le cas des bivalves, des chironomes ou des puces d'eau, même avec les échantillons prélevés à l'intérieur de la région traitée. Par ailleurs, chez les corises, les larves de phrygane et les épinoches à trois épines, les niveaux de mortalité variaient directement en fonction de l'éloignement sous le vent du secteur traité. La distance qui correspondait à une mortalité de 50 % chez les corises et les larves de phrygane était de 50 et 10 m, respectivement. L'épinoche à trois épines s'est révélée être l'espèce soumise à l'essai la plus vulnérable; son taux de mortalité a atteint 90 % à 200 m sous le vent. Ces résultats montrent que les dépôts laissés par la dérive d'endosulfan appliqué par voie aérienne sont extrêmement dangereux pour les organismes aquatiques; il est nécessaire de procéder à des évaluations semblables avec d'autres pesticides populaires.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6

(902) 426-6141

3. FRÉQUENCE ET IMPORTANCE DE LA CONTAMINATION DES ÉTANGS EN FORÊT PAR LE FÉNITROTHION (W. Ernst, G. Julien et P. Hennigar)

Introduction. Il y a plus de vingt ans que le fénitrothion est l'agent chimique de prédilection dans les programmes de pulvérisation contre les défoliateurs des arbres dans la région de l'Atlantique. La contamination des plans et des cours d'eau par le fénitrothion est indissociable des pulvérisations. Lors d'une revue récente effectuée par Conservation et Protection, région de l'Atlantique, les chercheurs ont constaté que la contamination de la plupart des cours d'eau n'a pas d'effet important, mais qu'en principe certains plans d'eau sont très menacés. Ce sont de petits plans d'eau presque stagnante comme les étangs en forêt. Certaines études ont montré qu'à des doses opérationnelles simulées, les effets exercés sur les invertébrés aquatiques des petites mares de tourbière oligotrophe sont assez importants pour modifier le régime énergétique et menacer l'intégrité écologique. Ces plans d'eau sont parmi les plus difficiles à détecter par aéronef, et c'est pourquoi il est difficile d'aménager des zones tampons. L'exposition des petites mares au fénitrothion durant les pulvérisations opérationnelles n'a fait l'objet d'aucune mesure; le risque n'a donc pu être évalué.

Méthode. Les observations ont été faites dans dix mares choisies dans des parcelles forestières soumises à des pulvérisations opérationnelles. Immédiatement avant la pulvérisation, des plaques d'échantillonnage des dépôts ont été distribuées également en surface de chaque mare. Peu de temps après la pulvérisation (15 minutes), elles ont été recueillies, et un nombre semblable d'échantillons d'eau superficielle (le premier centimètre) ont été prélevés en surface des mares et dans les exutoires. On a aussi déterminé, avant et après la pulvérisation, la teneur en fénitrothion du feuillage des conifères au voisinage des mares.

Résultats et analyse. Les observations faites au sol au moment de la pulvérisation ont montré qu'aucune des mares n'a été comprise dans une zone tampon; donc, toutes ont subi une pulvérisation directe. Il a été noté qu'au cours de trois applications sur dix il y a eu des problèmes de précision de la ligne de vol qui se sont traduits par des voies «oubliées» ou des «passages doubles». La teneur mesurée en fénitrothion de la végétation traitée montre que les dépôts étaient tout à fait comparables à ceux observés antérieurement au cours d'autres programmes semblables de pulvérisation. La concentration moyenne de fénitrothion de la tranche superficielle d'eau des mares considérées isolément variait entre 0,02 et 1,5 mg/L. Cette plage de concentrations est nettement supérieure (jusqu'à cent fois) à la concentration maximale moyenne observée antérieurement dans les systèmes lénitiques et elle se superpose à la plage des concentrations dont on sait qu'elles sont à l'origine d'une toxicité aiguë chez les poissons et les invertébrés endémiques. Il a été prouvé que ces plans d'eau doivent être tenus à l'abri d'une application directe de fénitrothion.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6

(902) 426-6141

4. COMPARAISON, SUR LE PLAN DE LA TOXICITÉ DANS L'EAU, DE DEUX FORMULATIONS DE FÉNITROTHION, EN ÉMULSION ET COULABLE

(W.R. Ernst et K. Doe)

Introduction. Depuis une vingtaine d'années, le fénitrothion est l'agent chimique de prédilection pour la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) au Canada. Avec les programmes de pulvérisation opérationnelle, on a utilisé des formulations de fénitrothion liquide de qualité technique en émulsion. L'obtention d'une formulation «coulable», constituée de l'ingrédient actif en particules finement pulvérisées et en suspension, représente un progrès récent. Le fait que le pesticide soit présenté sous forme de particules peut modifier sa biodisponibilité.

Méthode. On a fait une série d'essais de toxicité aiguë (CL_{50} à 48 h et à 96 h) afin de comparer la toxicité dans l'eau des émulsions classiques de fénitrothion (liquide de qualité technique) à celle des formulations «coulables» (sous forme de particules). Les espèces soumises à l'essai ont été les suivantes : la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), la mye d'eau douce (*Anodonta* spp.), la moule bleue (*Mytilus edulis*) et la puce d'eau ou daphnie (*Daphnia magna*). Des comparaisons portant sur l'absorption des deux formulations ont été faites sur la moule bleue.

Résultats et analyse. Lors des essais de toxicité aiguë, on a observé que, chez la plupart des espèces, la toxicité de la formulation liquide de qualité technique ne différait pas de façon importante de celle de la formulation coulable. L'exception observée a été que la formulation coulable était moins toxique que la formulation liquide technique chez la mye d'eau douce, par un facteur de 1/3 à 1/5.

Les facteurs de bioconcentration de la moule bleue qui ont été observés avec la formulation coulable (de 15 à 36) se situaient environ entre le huitième et la moitié des facteurs de bioconcentration des formulations liquides de qualité technique qui ont déjà été rapportés chez la moule bleue. Ces résultats indiquent que la formulation coulable ne présente pas de risque accru pour les organismes aquatiques soumis à l'essai en comparaison des formulations liquides de qualité technique ordinairement employées.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6

(902) 426-6141

5. EFFETS DE LA PULVÉRISATION PAR AÉRONEF DE FÉNITROTHION SUR DES PINSONS À GORGE BLANCHE AU MOMENT DE LA REPRODUCTION

(D.G. Busby, L.M. White et P.A. Pearce, Service canadien de la faune)

Introduction. L'arrosage par aéronef des forêts de sapins et d'épinettes pour la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette se fait tous les ans depuis 1952 au Nouveau-Brunswick; le programme de pulvérisation varie selon l'intensité et l'étendue de l'infestation. On a utilisé différents insecticides chimiques, mais le fénitrothion demeure l'insecticide de choix depuis une vingtaine d'années. Son potentiel de nocivité pour les oiseaux chanteurs qui occupent le couvert forestier avec l'insecte cible est à l'origine des préoccupations pour le milieu qui sont issues de la pulvérisation extensive de fénitrothion par aéronef sur les forêts. Les pulvérisations ont lieu au moment où les insectes atteignent une pointe en abondance, mais c'est aussi le moment où beaucoup d'oiseaux des forêts nichent. Il y a donc un risque considérable que la pulvérisation d'insecticides interfère avec le recrutement des jeunes oiseaux, que ce soit par mortalité directe ou par des effets sublétaux qui entravent la capacité de reproduction. Peu d'études ont évalué directement le succès de la reproduction d'oiseaux à l'état sauvage après des applications d'insecticides qui inhibent la cholinestérase comme le fénitrothion. Dans la présente étude, on a choisi d'examiner la défense du territoire et le succès de la reproduction du Pinson à gorge blanche exposé à du fénitrothion appliqué par pulvérisation. Il s'agit d'une espèce abondante et bien distribuée en forêt et qui niche régulièrement au sol dans les clairières comme celles qui sont créées par les coupes rases. On croit que cette espèce est aussi exposée et aussi vulnérable que les oiseaux chanteurs qui vivent dans le couvert forestier.

Méthode. Différentes variables liées à la reproduction ainsi que divers indices du succès de la reproduction ont été mesurés chez une population de Pinsons à gorge blanche dans une clairière laissée par une coupe rase qui a été traitée par pulvérisation au fénitrothion à raison de 420 g/ha; huit jours plus tard, une deuxième application, à raison de 210 g/ha, a été pratiquée. La première application visait à simuler les conditions obtenues par une exposition supérieure à la moyenne des oiseaux, comme celles que l'on obtiendrait par surpulvérisation (ce qui n'est pas si rare au cours des pulvérisations opérationnelles en forêt), dans des conditions météorologiques particulières ou dans une forêt ouverte. Tous les pinsons à l'étude qui avaient un territoire ont été marqués de manière à ce que l'on puisse les reconnaître un à un. On a surveillé de près 20 nids, au total, qui contenaient des oeufs non encore éclos avant le premier traitement et situés dans des secteurs traités et des secteurs témoins. Des oiseaux ont été capturés dans certaines parties de la coupe rase qui étaient contiguës au secteur expérimental traité pour la détermination de la concentration de cholinestérase dans le cerveau.

Résultats et analyse. Les oiseaux qui nichaient et qui ont été exposés à l'insecticide ont développé les comportements aberrants suivants : abandon du territoire, incapacité de défendre le territoire, perturbation de la couvaison et abandon des nichées. La population d'adultes nicheurs a été réduite d'un tiers,

principalement à cause de la mortalité et de l'abandon du territoire après la première pulvérisation. L'importance de la nichée et le succès de l'éclosion ne différaient pas de façon importante d'un secteur à l'autre. Le succès de la reproduction dans le secteur traité n'était que le tiers de celui du secteur témoin. On a constaté que l'inhibition de la cholinestérase dans le cerveau atteignait des niveaux qui pouvaient menacer la survie chez un quart des sujets après la première pulvérisation et chez 6 % des sujets après la seconde. Une relation a été établie entre l'effet observé sur la défense du territoire ainsi que le succès de la reproduction et un niveau moyen d'inhibition de la cholinestérase dans le cerveau, de 42 et 30 %, respectivement, après les applications. Cette constatation facilite les comparaisons entre les réactions des oiseaux aux traitements par pulvérisation dont il est question dans d'autres études où l'inhibition de la cholinestérase a été évaluée.

Cette recherche a contribué de manière déterminante à l'adoption d'une opinion contre l'utilisation continue et à grande échelle de fénitrothion pour la protection des forêts, ainsi qu'à la détermination de la nécessité de procéder à une réévaluation des conditions homologuées d'application en forêt du fénitrothion.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.G. Busby
Service canadien de la faune
C.P. 1590
Sackville (Nouveau-Brunswick)
E0A 3C0

(506) 536-3025

6. EFFETS SUR LES OISEAUX CHANTEURS DES FORÊTS DU FÉNITROTHION APPLIQUÉ PAR PULVÉRISATION, EFFETS DÉTERMINÉS PAR L'ABAISSEMENT DU TAUX DE CHOLINESTÉRASE

(D.G. Busby et P.A. Pearce, Service canadien de la faune, et D. Lemon, *S. Fudge and Associates Limited*)

Introduction. Au Canada, le fénitrothion a été le principal insecticide chimique utilisé depuis la fin des années soixante pour protéger les forêts de conifères contre les insectes défoliateurs. Les programmes de pulvérisation d'insecticides contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette sont repris chaque année depuis longtemps au Nouveau-Brunswick et dans d'autres provinces de l'Est; parfois, plusieurs millions d'hectares sont traités en une année. À Terre-Neuve, l'arpenteuse de la pruche a causé des problèmes particuliers.

Le contrôle des insectes nuisibles des forêts est un problème biologique complexe, et la pulvérisation d'insecticides chimiques comme moyen de contrôle alimente depuis longtemps une controverse publique. C'est également une question délicate sur le plan politique. On note une accentuation du recours à des insecticides biologiques moins dommageables pour le milieu.

Les progrès techniques en matière de pulvérisation visaient à améliorer l'efficacité des insecticides chimiques et à réduire simultanément la quantité d'insecticides injectés dans le milieu. Le Service canadien de la faune a suivi les développements en faisant de la surveillance et de la recherche sur les oiseaux chanteurs des forêts exposés au fénitrothion livré de différentes façons. Avec le temps, le Service a mis au point des techniques sensibles d'évaluation sur le terrain et en laboratoire des effets sur les oiseaux, notamment la mesure de la cholinestérase, qui constitue un indicateur important de l'exposition.

Les résultats obtenus à ce jour indiquent qu'au taux opérationnel actuel, le fénitrothion a des effets toxiques sur les oiseaux, éventuellement la mort, notamment lorsque le dépôt d'insecticides dans le secteur cible est dense.

Méthode. L'étude, en partie sur le terrain et en partie au laboratoire, a été faite dans le contexte d'une pulvérisation opérationnelle contre l'arpenteuse de la pruche à Terre-Neuve et dans le cadre d'une vérification de l'efficacité contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Nouveau-Brunswick. À Terre-Neuve, on a utilisé pour les pulvérisations un quadrimoteur DC-6 équipé de rampes et de buses de pulvérisation ainsi que d'un système électronique de guidage. Au Nouveau-Brunswick, un monomoteur TBM équipé de pulvérisateurs rotatifs a servi aux pulvérisations, et les opérations se faisaient à vue. Les doses appliquées étaient ordinaires, deux applications de 210 g/ha, à l'exception d'une parcelle au Nouveau-Brunswick où une dose de 140 g/ha a été appliquée.

Les effets sur les oiseaux ont été déterminés par la mesure de la diminution de la cholinestérase dans le cerveau de Fauvettes obscures, à tête cendrée, à poitrine baie et de Fauvettes rayées ainsi que de Pinsons à gorge blanche capturés dans la forêt traitée et dans des secteurs témoins. Une chute de 50 % du taux de cholinestérase chez des oiseaux à l'état sauvage, c'est-à-dire dans un milieu qui comporte de nombreux stress naturels, est perçue comme une menace pour la survie des sujets.

Résultats et analyse. À Terre-Neuve, 17 % de tous les oiseaux capturés avaient un taux de cholinestérase du cerveau réduit de plus de 50 %. Cependant, les effets étaient beaucoup plus prononcés dans deux des six blocs opérationnels de pulvérisation qui ont été contrôlés. Dans un cas, 34 % des oiseaux capturés avaient un taux réduit de plus de 50 % après une seule application. Dans l'autre, les oiseaux soumis à une application partagée ont connu une diminution de plus de 50 % chez 35 et 19 % des sujets capturés après la première et la deuxième pulvérisations, respectivement. À l'inverse, dans les quatre autres blocs, l'effet des pulvérisations a été léger, c'est-à-dire que seulement entre 3 et 6 % des oiseaux capturés avaient un taux de cholinestérase abaissé de plus de 50 %.

Dans les essais du Nouveau-Brunswick, de 17 à 18 % des oiseaux capturés avaient un taux de cholinestérase abaissé de 50 % dans la parcelle qui a reçu un traitement intensif (210 g/ha) et celle qui a reçu un traitement léger (140 g/ha), respectivement. Dans les deux cas, l'effet sur les oiseaux était supérieur à ce qui a été observé au cours de pulvérisations opérationnelles au Nouveau-Brunswick depuis 1978, année où le dosage de la cholinestérase est devenu la norme d'évaluation des effets des pulvérisations sur les oiseaux. Au cours de la présente étude, les réactions les plus intenses ont été observées chez le Pinson à gorge blanche, chez qui le taux de cholinestérase s'est abaissé de manière comparable à ce qui a été observé au cours d'une étude antérieure chez des sujets de la même espèce qui avaient eu de graves problèmes de comportement et de reproduction.

Cette enquête a illustré la variation importante des réactions d'oiseaux à un régime de pulvérisation lorsque la formulation d'insecticides ainsi que les facteurs d'émission et d'application sont gardés constants. Elle vient confirmer les résultats d'autres études sur les effets du fénitrothion et d'autres insecticides forestiers. Le niveau de variation peut être fonction de la structure des forêts, du terrain, des conditions météorologiques locales et aussi de surpulvérisations qui se produisent au cours des pulvérisations opérationnelles, ou encore de toute combinaison de facteurs à l'origine de niveaux assez élevés de dépôt et, donc, d'exposition des oiseaux.

Même si elles n'ont pas eu de suite, des études antérieures du Service canadien de la faune ont indiqué que différents aspects des techniques de pulvérisation en forêt ont des incidences sur les risques auxquels sont exposés les oiseaux. Il serait difficile de déterminer quels facteurs sont des éléments critiques sur le terrain, car trop de variables les masquent.

Sur le plan écologique, le fait de réduire la dose d'ingrédient actif dans la formulation chimique pulvérisée est souhaitable, mais les résultats de notre étude indiquent que cette façon de faire n'atténue pas nécessairement les risques courus par les oiseaux.

Cette recherche nous confirme dans notre opinion que la marge de sécurité pour les oiseaux chanteurs des forêts est étroite dans le cas du fénitrothion. Elle a contribué à nous convaincre de nous engager dans une revue des effets de cet insecticide sur les oiseaux, avec l'objectif de déterminer si une réévaluation des conditions d'emploi en forêt est souhaitable.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.G. Busby
Service canadien de la faune
C.P. 1590
Sackville (Nouveau-Brunswick)
E0A 3C0

(506) 536-3025

7. EFFETS SUR LES OISEAUX DE L'APPLICATION DE PESTICIDES DANS LES VERGERS DE LA VALLÉE D'ANNAPOLIS

(J.S. Boates, Département de biologie, Université Acadia)

Introduction. La culture moderne des pommes est caractérisée par le recours à des pesticides chimiques. Au commencement, on appliquait des composés organochlorés, des composés mercuriels et d'autres produits chimiques peu biodégradables. Dernièrement, on s'est mis à utiliser des composés organophosphorés et des carbamates plus éphémères que les précédents, mais très toxiques. Les fongicides et les insecticides (parfois des herbicides et des rodenticides) sont appliqués couramment; dans beaucoup de cas, ces produits ont été homologués à une époque où les exigences sur le plan écologique relatives à la transformation et aux effets des produits étaient moins astreignantes qu'elles ne le sont aujourd'hui. Beaucoup de pesticides sont appliqués en pulvérisation durant la saison critique de la reproduction des oiseaux qui fréquentent les vergers. La comparaison de recensements faits dans la vallée d'Annapolis en 1949 et en 1984 indique une perte importante de diversité d'espèces aviaires et une chute de densité des populations. On a proposé, comme causes à ce phénomène, les effets toxiques directs et indirects des pulvérisations chimiques, les perturbations occasionnées par les opérations de pulvérisation ainsi que des modifications de l'âge et de la structure des vergers au fil des ans. Une enquête préliminaire, subventionnée par *PESTFUND*, a été faite dans la perspective de déterminer si les populations d'oiseaux des vergers non traités différaient de celles des vergers traités dans la vallée d'Annapolis et aussi de voir si la pulvérisation de pesticides constituait un facteur critique.

Méthode. Huit vergers, quatre traités et quatre non traités, ont été choisis pour l'étude. Des plates-formes pour le Merle d'Amérique et des nichoirs pour la Crécerelle américaine ainsi que l'Hirondelle bicolore ont été disposés dans les vergers afin de tenter d'accroître la population locale de ces espèces, ce qui aurait facilité les travaux. Le dénombrement des sujets et des oeufs dans les nids était fait régulièrement dans chaque verger. L'importance des nichées, le succès de l'éclosion et le pourcentage d'oiseaux à quitter le nid ainsi que le taux de croissance des oisillons ont été déterminés chez les Hirondelles bicolores qui occupaient les nichoirs. La diversité et l'abondance des invertébrés de chaque verger dont s'alimentaient les oiseaux ont été indexées. En outre, l'utilisation passée et présente de pesticides chimiques dans les vergers à l'étude a été étudiée en détail.

Résultats et analyse. Il a fallu modifier considérablement le protocole d'expérience afin de régler des difficultés imprévues qui sont survenues sur le terrain. Il a été possible de faire un examen détaillé d'une seule espèce seulement, l'Hirondelle bicolore, dont les populations locales ont pu être ajustées grâce à l'installation des nichoirs. Les grandes conclusions de l'étude sont les suivantes : généralement, les nichoirs des vergers traités étaient moins occupés par les hirondelles que ceux des autres vergers; quant aux paramètres de succès de la reproduction, aucune différence n'est apparue entre les sujets des vergers traités et ceux des vergers témoins. D'un type de verger à l'autre, la diversité et l'abondance des insectes ailés dont se

nourrissent les hirondelles n'ont pas différé de façon importante. On connaît mieux la diversité des espèces aviaires qui se rendent dans les vergers traités ou non. Bien que les populations nicheuses paraissent avoir été plus abondantes dans les vergers non traités, les dénombrements et la fouille des nids n'ont pas permis de tirer des conclusions certaines. Au bilan, 17 pesticides différents ont été utilisés dans les vergers à l'étude, neuf au maximum dans un même verger.

La conclusion qui ressort de cet examen initial, plutôt général, du traitement des vergers par les pesticides et de la réaction des oiseaux est la suivante : les renseignements recueillis sont limités, mais il ne semble pas que les oiseaux aient souffert d'effets nocifs importants. L'étude ne visait pas à la détection d'effets plus subtils. Un examen serré des effets sur l'Hirondelle bicolore d'un pesticide particulièrement toxique (l'azinphos-méthyl, un puissant inhibiteur de la cholinestérase) était prévu pour 1988; on prévoyait la tenue d'examens en laboratoire et sur le terrain afin de tâcher de quantifier les mécanismes et l'intensité de l'exposition aux pulvérisations ainsi que les comportements altérés des oiseaux.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

P.A. Pearce
Service canadien de la faune
C.P. 400
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 4Z9

(506) 452-3086

8. TENDANCES ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES CONTAMINANTS ORGANOCHLORÉS DANS LES POPULATIONS D'OISEAUX DE MER DE L'EST DU CANADA

(P.A. Pearce, J.E. Elliott, D.B. Peakall et R.J. Norstrom, Service canadien de la faune)

Introduction. La mer constitue le point d'élimination ultime d'un nombre important de substances toxiques qui lui parviennent par ruissellement continental, par transport atmosphérique, par transfert biologique ou par des rejets délibérés. Les oiseaux de mer appartiennent aux niveaux trophiques supérieurs des écosystèmes marins; on sait que ce sont des intégrateurs utiles, sur de grandes superficies, de la pollution marine par l'intermédiaire des composés lipophiles. La cueillette d'oeufs d'oiseaux de mer est peu coûteuse et perturbe les populations de façon minimale seulement. Peu d'études systématiques et de longue durée sur la pollution marine ont pris les contaminants chimiques dans les oeufs d'oiseaux de mer comme moyen de mesurer la pollution. La cueillette de données sur les tendances de la contamination chimique dans le milieu marin ainsi que sur les conséquences possibles sur l'état des oiseaux de mer constituent les principaux objectifs de l'étude dont nous faisons le sommaire dans le présent article.

Méthode. Des oeufs du Cormoran à aigrettes (plongeur littoral), du Pétrel cul-blanc (qui s'alimente en surface, au grand large) et du Macareux arctique (qui se nourrit en plongeant, au grand large) ont été prélevés à intervalles de quatre ans entre 1968 et 1988 dans des colonies situées dans la baie de Fundy (Îles Kent, Machias Seal et Manawagonish), dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (îles aux Pommes, Sainte-Marie et Carrousel), ainsi que sur le littoral atlantique tourné vers le large (îles Great et Barasway). Les composés organochlorés, principalement des pesticides comme le DDT (DDE, etc.), les BPC, la dieldrine, l'hexachlorobenzène, l'oxychlordane, l'époxyde d'heptachlore, le HCH et le mirex ont été dosés par l'*Ontario Research Foundation* et par le Centre national de la recherche faunique du Service canadien de la faune. Ce programme de surveillance systématique a permis de constituer l'une des bases de données les plus vieilles du genre, ce qui facilite la détermination des tendances et de la distribution des contaminants.

Résultats et analyse. Lorsqu'on a commencé d'appliquer le programme, le DDE constituait une menace pour le cormoran seulement; l'amincissement de la paroi des oeufs nuisait au succès de la reproduction. Depuis lors, les différentes populations de cette espèce se sont généralement accrues sur la côte est du Canada. Le degré de contamination n'était généralement pas suffisant pour avoir des effets graves sur la santé des oiseaux de mer échantillonnés, bien que l'accumulation de composés organochlorés dans les tissus ait pu nuire à la survie des oiseaux en période de stress intense.

La concentration de DDE et de BPC dans les tissus de toutes les espèces trouvées dans la baie de Fundy a diminué de manière importante au cours de cette période, mais la situation semble s'être stabilisée. Sur la côte atlantique de Terre-Neuve, on a observé que la concentration de DDE dans les tissus des macareux et des pétrels avait diminué, alors que celle des BPC avait diminué seulement dans les tissus des pétrels. Dans l'ensemble,

la concentration de DDE a diminué plus que celle des BPC. La concentration de dieldrine, d'oxychlordane, de HCH ainsi que de mirex a diminué à certains endroits, mais elle est restée stable ailleurs. La concentration de HCB et d'époxyde d'heptachlore est restée stable ou s'est accrue de façon importante, selon l'espèce et l'endroit. La teneur en composés organochlorés dans les tissus des cormorans de l'estuaire du Saint-Laurent n'a pas varié entre 1972 et 1984, ce qui indique un apport ininterrompu; cependant, la concentration s'est révélée être généralement inférieure en 1988. On analyse les sources probables de contamination dans ce rapport. À en juger par les tendances chez ces oiseaux de mer, la réglementation adoptée a eu pour effet une diminution de la concentration de résidus de dieldrine, de BPC et de DDE dans l'écosystème du plateau continental de l'est de l'Amérique du Nord.

La poursuite de ce programme de surveillance est prévue de façon à apporter un complément à une étude semblable qui porte sur les contaminants chimiques dans les tissus des oiseaux de mer de l'ouest du Canada.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

P.A. Pearce
Service canadien de la faune
C.P. 400
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 4Z9

(506) 452-3086

9. PROJET DE DRAINAGE SOUTERRAIN AU NOUVEAU-BRUNSWICK : UNE ÉTUDE DES EFFETS DE L'AGRICULTURE INTENSIVE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU (T.L. Pollock, H.J. O'Neill, P. Milburn, J.E. Richards et C. Gartley)

Introduction. De plusieurs endroits en Amérique du Nord, on rapporte une contamination chimique attribuable aux pesticides ainsi que des teneurs élevées en matières nutritives dans l'eau de surface qui provient des secteurs agricoles. Les pesticides peuvent atteindre l'eau souterraine et de surface par ruissellement, par érosion, par lessivage, par dérive du nuage, par élimination inappropriée des contenants et par des déversements accidentels. Chaque année, un volume important de pesticides est consommé par l'industrie de la pomme de terre dans la région de l'Atlantique. En collaboration avec Agriculture Canada et le ministère de l'Agriculture du Nouveau-Brunswick, la Direction de la qualité des eaux, région de l'Atlantique, a entrepris une étude sur la présence des pesticides courants dans l'eau souterraine de drainage provenant de cinq champs de pommes de terre situés dans la partie nord-est du Nouveau-Brunswick.

Méthode. Peu de pesticides ont été appliqués en 1987 à cause des conditions climatiques. Cependant, le dinosèbe (Dytop 300) a été utilisé comme herbicide de prélevée ou comme dessiccatif à certains endroits. Des échantillons ont été prélevés par du personnel embauché à cette fin à la sortie des tuyaux d'irrigation au printemps et au moment d'averses qui se sont produites avant et après les applications; on a mesuré la concentration d'ions principaux et de dinosèbe. Le dosage du dinosèbe a été fait en pratiquant une acétylation *in situ* conformément à la méthode mise au point par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE). En 1988, c'est la métribuzine, herbicide de la famille des triazines, qui a été l'ingrédient actif étudié par la Direction.

Résultats et analyse. Le dinosèbe, un pesticide d'usage courant, a été détecté dans l'effluent des tuyaux d'irrigation de trois champs de pommes de terre au printemps de 1987, ce qui était attribuable à une rémanence du produit appliqué en 1986. La concentration variait entre 1,1 et 0,11 µg/L. À une station, la rémanence a été évaluée à 11 mois dans le sol. La présence de dinosèbe a également été rapportée dans l'effluent de tuyaux d'irrigation après une application; la plus forte concentration unique observée a été de 44,0 µg/L. Des échantillons subséquents, jusqu'à la fin de la saison, ont montré que la concentration de dinosèbe diminuait régulièrement. Les données préliminaires du printemps de 1988 ont confirmé que du pesticide appliqué au cours de la saison de croissance précédente était encore trouvé; à une station, on a détecté des traces de pesticide appliqué 23 mois plus tôt. Les dosages des principaux ions ont indiqué un déplacement dans le régime du calcium, de l'alcalinité, du potassium, du nitrate et de l'azote total par suite de l'application d'engrais.

Les calculs du bilan de masse indiquent que l'échantillonnage effectué par la Direction au cours de la saison correspondait à 0,001 % du dinosèbe appliqué à deux champs étudiés.

En 1988, on a observé des concentrations de métribuzine qui variaient entre 1,5 et 0,06 µg/L dans l'effluent des tuyaux de drainage à la suite de l'application du pesticide. La rémanence du dinosèbe dans le

sol a été confirmée par des observations qui ont indiqué une concentration de 0,14 à 0,30 µg/L dans quatre échantillons prélevés en avril 1989.

Ce projet est arrivé à terme à la fin de l'année financière 1988-1989, et un rapport est disponible.

Cette étude a permis de recueillir les renseignements de référence au niveau régional qui sont nécessaires à la deuxième étape de la recherche sur le drainage par tuyau enfoui. Dans la partie sud-est du Nouveau-Brunswick, un emplacement drainé par des tuyaux débouche sur un petit cours d'eau; c'est là que la Direction compte évaluer les effets sur la qualité de l'eau. Les travaux à cet emplacement ont commencé à la fin de 1988-1989 et sont en cours.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

T.L. Pollock
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6

(506) 857-6606

10. PROGRAMME D'EAU SOUTERRAINE, ENTENTE DE GESTION DES EAUX CANADA/ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD (J. Gibb, Environnement Canada, et D. Jardine, ministère de l'Environnement de l'Î.-P.-É.)

Introduction. Le projet des pesticides s'inscrivait dans le programme des eaux souterraines, lui-même partie de l'accord de gestion des eaux Canada/Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.). Cette entente, s'échelonnant d'avril 1987 à mars 1989, portait sur les ressources en eau de surface, en eau souterraine et en eau d'estuaire; les travaux ont été assurés conjointement par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement de l'Î.-P.-É. Le projet des pesticides est venu en réponse à l'utilisation intensive de produits agrochimiques sur l'île et à la présence rapportée de pesticides comme l'aldicarbe dans l'eau souterraine de l'Î.-P.-É.

L'objectif du projet était de nous renseigner sur la nature et l'étendue de la contamination de l'eau souterraine par les pesticides, afin de faciliter la planification des futurs programmes de pesticides.

Méthode. Environ 150 puits qui devaient servir aux relevés ont été choisis de manière à ce que soient inclus des puits considérés comme très susceptibles de contamination : il s'agissait de puits de surface au bas de pentes et adjacents à des champs où les pesticides étudiés avaient été appliqués. Le choix des pesticides était fondé avant tout sur les modes d'utilisation et le potentiel de lessivage.

Résultats et analyse. L'évaluation des résultats n'est pas terminée, mais un pourcentage réduit des échantillons indique la présence à l'état de traces des insecticides phorate et disulfoton et des herbicides atrazine et métribuzine, en concentrations inférieures aux recommandations pour l'eau potable. La présence de ces pesticides et la découverte simultanée d'un autre pesticide (le dinosèbe) signifient que, dans la planification des prochaines études, il y aurait lieu de considérer la tenue de relevés qui ont une portée plus générale.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

John Gibb
Eaux intérieures
Conservation et Protection
Environnement Canada
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)

(902) 426-1698

11. MIGRATION ET ÉVOLUTION DES PESTICIDES DANS L'EAU SOUTERRAINE

(R.E. Jackson, M.W. Priddle, P.A. Lapcevic et A.S. Crowe, Institut national de recherche sur les eaux, et J.P. Mutch, Groupe d'étude de l'eau souterraine, Univerté du Nouveau-Brunswick)

Introduction. En 1983 et 1984, les relevés de puits privés sur l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.) ont montré que la contamination de l'eau souterraine par l'aldicarbe est généralisée, mais qu'elle est peu intense : les concentrations observées sont inférieures aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (9 ppb). Ce pesticide, l'ingrédient actif du Temik 10G, a été largement utilisé pour protéger les cultures de pommes de terre de l'Î.-P.-É. contre les pucerons et le doryphore de la pomme de terre.

Méthode. En 1985, l'Institut national de recherches en hydrologie a entrepris des recherches qui ont été poursuivies par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE); l'objectif était de déterminer la migration et la transformation de l'aldicarde afin de mieux connaître la vulnérabilité de l'eau souterraine aux pesticides. Ces cinq dernières années, on a exercé une surveillance de l'eau souterraine qui circulait sous trois champs traités à l'aldicarbe. Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans 50 puits de surveillance et avec trois échantillonneurs multiniveaux installés dans les champs, ainsi que dans une source. Les pointes filtrantes sont foncées jusque dans le grès fracturé du Permo-Carbonifère, qui constitue le seul aquifère de l'Î.-P.-É., et les essais sont faits. Les analyses chimiques ont été confiées à l'INRE (aldicarbe) et au laboratoire de la Direction de la qualité des eaux à Moncton, Nouveau-Brunswick (nitrates et ions principaux).

Résultats et analyse. Au cours de la campagne d'échantillonnage de juillet 1989, la concentration moyenne d'aldicarbe a été de 2,1 ppb, avec un écart-type de 1,8 ppb. Cette concentration est de beaucoup inférieure à celle notée en mai 1988, alors que 10 % des échantillons prélevés contenaient une concentration totale d'aldicarbe supérieure à 9 µg/L. Cet abaissement de concentration peut être indicatif d'une décomposition continuelle de l'aldicarbe et être la manifestation d'un effet saisonnier voulant que les concentrations de juillet soient très inférieures aux concentrations de mai, car, en mai, la nappe phréatique reçoit un apport frais de résidus de pesticides et d'engrais.

Les résultats semblent indiquer que l'aldicarbe se transporte lentement dans la zone d'aération pour atteindre la nappe phréatique, où il est stocké dans le bloc de grès. Une fois absorbé dans le grès, il se décompose lentement et passe doucement dans l'eau souterraine qui circule jusqu'aux fissures dans la roche; c'est ainsi que de l'aldicarbe à l'état de traces est encore trouvé dans l'eau souterraine même trois ans après une application.

Une simulation de la migration de l'aldicarbe vers une nappe phréatique peu profonde a été tentée au moyen du programme de l'Université Cornell, le LEACHM (Wagenet et Hutson, *Journal of Environmental Quality, 15*(4): 315-322, 1986).

La simulation faite à l'Université du Nouveau-Brunswick était celle d'un profil

de sol de 4 m avec un niveau phréatique initialement fixé à 3 m en 1983. La validation est en partie faite par l'ajustement des constantes de vitesse et de dispersion de façon à rapprocher le modèle des données sur le terrain. Ce programme à une dimension n'a pas été en mesure de simuler les mécanismes à trois dimensions qui prennent part à la migration et au stockage des résidus d'aldicarbe; cependant, les constantes de vitesse qui ont été calculées donnent à penser que la demi-vie totale de l'aldicarbe dans un réseau de grès et de till est de l'ordre de 150 jours.

Il semble donc que, pour un usage sans danger de l'aldicarbe pour la protection des cultures de pommes de terre dans l'Î.-P.-É., il faille que le pesticide soit appliqué à la levée, soit vers la fin de juin, alors que le sol est beaucoup plus chaud, plutôt qu'à la plantation, en mai, et alors que les résidus d'engrais à l'ammonium ont eu le temps de se décomposer.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Allan Crowe
INRE
C.P. 5050
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4585

12. RELEVÉ FÉDÉRAL-PROVINCIAL DES PRODUITS CHIMIQUES TOXIQUES DANS LES SOURCES D'EAU POTABLE (Direction de la qualité des eaux, Direction de la protection de la santé, région de l'Atlantique)

Introduction. C'est dans l'année financière 1988-1989 que se terminait un programme fédéral-provincial de quatre ans auquel ont participé la Direction de la qualité des eaux (DQE), Santé et Bien-être social Canada, les ministères de la Santé du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse ainsi que les ministères de l'Environnement de l'Île-du-Prince-Édouard et de Terre-Neuve. Dix pour cent de la population de Terre-Neuve, 70 % de la population du Nouveau-Brunswick, 50 % de la population de la Nouvelle-Écosse et la presque totalité de la population de l'Île-du-Prince-Édouard dépendent d'eau souterraine pour leurs besoins domestiques. Les échantillons analysés ont été prélevés dans des sources superficielles et souterraines d'eau brute qui alimentent différentes municipalités dans chaque province de l'Atlantique. Santé et Bien-être social Canada s'occupe d'étudier différents produits organiques volatils dans l'eau brute et dans l'eau traitée, alors que la Direction de la qualité des eaux étudie la teneur en ions principaux, en métaux, en éléments nutritifs, en pesticides et en contaminants du milieu trouvés dans l'eau brute seulement.

Méthode. Au printemps et à l'automne, des échantillons sont prélevés en double dans les sources d'eau brute qui alimentent dix municipalités de chacune des provinces de l'Atlantique. Les prélèvements sont faits par le personnel de la DQE au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et dans l'Île-du-Prince-Édouard; à Terre-Neuve, des fonctionnaires provinciaux s'en occupent. Les échantillons destinés au dosage des matières organiques volatiles sont expédiés à un laboratoire lié par marché à Santé et Bien-être social; tous les autres échantillons sont quantifiés par la Division des services d'analyse de la DQE. Le volume des échantillons et les techniques de conservation appliquées dépendent des paramètres étudiés. Le choix des paramètres est déterminé conjointement; ce sont notamment : les ions principaux, les métaux, les matières nutritives, les phénols chlorés, les benzènes chlorés, les insecticides organochlorés, les biphényles polychlorés, les insecticides du type carbamate, les insecticides organophosphorés ainsi que les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Résultats et analyse. Une présentation sommaire des données a été rédigée par chaque province en 1985, 1986 et 1987. L'alpha-BHC, un composé organochloré omniprésent, ainsi que le fluoranthène, un hydrocarbure aromatique polycyclique, ont été trouvés dans plusieurs sources. Tous les pesticides visés par les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (1987) ont été trouvés en concentration inférieure à la concentration maximale acceptable (CMA). Les chercheurs de Santé et Bien-être social Canada ont rapporté la présence de certaines matières organiques volatiles dans les sources d'eau brute et traitée. Du perchloroéthylène a été observé à deux occasions; c'est une nouvelle source de préoccupation. Les ministères provinciaux responsables se sont rendus sur les lieux pour approfondir les études. La recommandation pour l'esthétique de l'eau, en ce qui a trait à la couleur, a été dépassée dans plusieurs municipalités qui dépendent de sources superficielles d'eau. Le

manganèse et le fer ont été observés en concentration supérieure à celle indiquée dans la recommandation pour l'esthétique.

Sous sa présente forme, ce programme s'est terminé au cours de l'année financière 1988. En 1989, le programme a porté principalement sur les pesticides et les éléments nutritifs en Nouvelle-Écosse, sur les phénols chlorés à Terre-Neuve et sur une analyse de tous les paramètres dans l'Île-du-Prince-Édouard.

Un rapport d'interprétation est en préparation.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.H. Cullen
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6

(506) 857-6606

13. UNE APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE SPANS À LA SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS TOXIQUES DANS LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

(H.J. O'Neill et W.B. Hanna)

Introduction. On se préoccupe de plus en plus des produits chimiques organiques toxiques, notamment les pesticides dans l'eau douce, les sédiments et les biotes dans la région de l'Atlantique. En majeure partie, la contamination du milieu résulte directement des activités anthropiques ou se trouve amplifiée par celles-ci. On a pensé que les données sur l'utilisation des terres pouvaient servir à déterminer à l'échelle régionale les secteurs à l'origine d'une contamination par les pesticides et d'autres contaminants. Par le passé, cependant, les enquêteurs et les gestionnaires des ressources en eau ont eu de la peine à se procurer les renseignements relatifs à l'utilisation des terres. La présente étude avait pour objectifs la détermination et le classement, à partir des données sur l'utilisation des terres, des régions qui sont des sources anthropiques potentielles de contaminants, la vérification des sources potentielles déterminées par l'examen des données de la Direction de la qualité des eaux et la démonstration de la façon dont ces renseignements pourraient être organisés en une base de données au moment de la conception des réseaux de surveillance et du choix des sites prioritaires.

Méthode. Tous les ensembles appropriés de données, qui proviennent du Système de données sur les terres du Canada, Environnement Canada, ont été préparés. Le SPANS, un système d'information géographique sur micro-ordinateur, a servi à la conjugaison des renseignements relatifs à l'utilisation des terres. Il est généralement admis que l'existence de certains facteurs dans une région donnée accroît la probabilité de la découverte de pesticides ou de contaminants en concentration élevée. La détermination de ces secteurs fournit l'indice d'une charge importante possible en produits chimiques toxiques. Le SPANS a été appliqué à la conjugaison des renseignements sur l'utilisation des terres de façon à ce qu'on puisse préparer une carte de risques intitulée «sources potentielles de substances toxiques». Cette carte a été soumise à l'essai grâce à des données internes de la Direction de la qualité des eaux.

Résultats et analyse. Deux cartes ont été préparées par la conjugaison des bases de données démographiques, d'emplacements industriels ainsi que des utilisations et du potentiel des terres. La carte des «sources potentielles de pesticides» indique les sources potentielles de pesticides agricoles, alors que la carte des «sources potentielles de substances toxiques» met l'accent sur les facteurs agricoles, industriels et démographiques connus. On a créé une échelle de classement relatif, d'un potentiel «très élevé» à «faible», pour évaluer le potentiel de contamination à l'échelle régionale. L'analyse des superficies déterminées sur cette carte montre qu'environ 10 % de la région se classe dans les catégories «très élevé» à «élevé».

L'examen des données empiriques permet de confirmer la précision d'ensemble de cette carte. Des 55 observations de contaminants toxiques (des HAP, notamment le fluoranthène, le DDT et les BPC), dont on calculait qu'ils représentaient un risque «élevé» et «très élevé», 78 % (43) de ces observations ont été faites dans des secteurs

jugés être à potentiel «élevé» et «très élevé» de la carte. En outre, la validité de cette carte se trouve renforcée par l'étroite corrélation entre l'apport potentiel en pesticides et les concentrations observées d'éléments nutritifs.

La démarche utilisée dans cette étude pourrait améliorer l'efficacité des réseaux de surveillance de contaminants toxiques déterminés. La présence d'un produit chimique toxique dans le milieu dépend d'un bon nombre de facteurs, mais, par l'agencement des renseignements relatifs à une toxine donnée (activités industrielles responsables, types de sol, etc.) en une carte et par la conjugaison des résultats par superposition des données, il est possible de créer des cartes prévisionnelles précises. Le recours à ces cartes (par l'identification des «points chauds», etc.) facilitera la détermination des stations de surveillance en réduisant la part d'incertitude.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

H.J. O'Neill
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6

(506) 857-6606

14. CONTAMINANTS ORGANIQUES DANS LES PRÉCIPITATIONS (G.L. Brun, H.J. O'Neill et G.D. Howell)

Introduction. Le transport atmosphérique et le dépôt subséquent constituent un processus connu d'introduction de contaminants organiques dans le milieu terrestre. On a avancé l'hypothèse selon laquelle le transport atmosphérique constituait le principal mécanisme d'introduction du lindane et de l'alpha-BHC dans des lacs isolés du sud du Labrador.

La Direction de la qualité des eaux, région de l'Atlantique, a prélevé des échantillons composites mensuels de précipitations humides à trois endroits depuis 1980. Vu la fréquence et la durée de l'échantillonnage, il a été possible de décrire des variations saisonnières et temporelles.

Méthode. Pour une analyse des variations annuelles et mensuelles, les données de trois stations ont été évaluées par affichage Box and Whisker. Les variations saisonnières ont été évaluées par classement en rang des médianes mensuelles. Tous les paramètres mesurés étaient évalués lorsque des observations positives étaient rapportées.

Résultats et analyse. Il a été établi que les hydrocarbures aromatiques polycycliques contenus dans les précipitations humides varient avec les saisons; les concentrations les plus élevées sont observées durant les mois les plus froids.

Les concentrations mesurées à trois stations de surveillance indiquent que des sources locales constituent le mécanisme dominant.

Les observations d'alpha-BHC et de lindane aux trois stations sont virtuellement identiques; celles de 1983 se comparaient favorablement aux données sur les précipitations du lac Supérieur. Les similitudes spatiales indiquent que le transport à distance constitue le mécanisme dominant qui agit sur le dépôt des isomères des hexachlorocyclohexanes.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

G.L. Brun ou H.J. O'Neill
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6

(506) 857-6606

15. DISPERSION DE DICHLORVOS CONSÉCUTIVE À UN TRAITEMENT SIMULÉ DES ECTOPARASITES DU SAUMON (W. Ernst et G. Julien)

Introduction. Le dichlorvos est un acaricide utilisé dans la région de l'Atlantique pour lutter contre les ectoparasites des poissons d'aquiculture. Ce pesticide est extrêmement toxique chez les organismes aquatiques; il est létal chez les larves de homard par exposition aiguë (CL_{50} à 96 h) à environ 6 µg/L. Du zooplancton exposé au dichlorvos à concentration de 1 µg/L a été tué; la productivité primaire a été réduite de façon mesurable après exposition à une concentration de 14 µg/L. On peut dire que ce pesticide est utilisé «librement» en aquiculture, ce qui entraîne dans le milieu marin toutes les solutions de pesticides utilisées pour les traitements. Comme on ne sait à peu près rien de ce qu'il advient du pesticide après son utilisation, nous avons décidé de mesurer les caractéristiques de sa dispersion en milieu marin.

Méthode. On a déterminé le type de circulation dans un petit passage côtier au moyen de colorants et de drogues ainsi que par la mesure des courants, de la salinité et de la température en fonction de la profondeur. Par la suite, du dichlorvos a été mis en circulation à des concentrations et des profondeurs reproduisant des conditions créées par le traitement d'un grand nombre d'enclos à saumon (de 50 à 80). Selon les prévisions de la dispersion calculées à partir des caractéristiques de la circulation, des échantillons instantanés ont été prélevés à différentes profondeurs et à divers intervalles après le traitement ainsi qu'à différents éloignements du point de mise en circulation. Le dichlorvos contenu dans ces échantillons a été dosé.

Résultats et analyse. La plus forte concentration de dichlorvos (32 µg/L) a été mesurée au point de mise en circulation et au bout de 15 minutes. Après 90 et 100 minutes, les maximums de concentration ont été de 5,7 et de 2,4 µg/L, respectivement. Après 300 minutes, la plus forte concentration mesurée était près de la limite de détection, soit 0,1 µg/L. On a observé que le panache chimique s'est étalé sur une vaste superficie (environ 1 km) et qu'il a pénétré une thermocline modérée jusqu'à une profondeur de 5,5 m. La plage des concentrations mesurées se situe à l'intérieur des valeurs dont on sait qu'elles sont toxiques chez les organismes planctoniques; les répercussions sur le milieu de ce genre de traitement risquent d'être graves.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

W.R. Ernst
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
15e étage, Queen Square
45 Alderney Drive
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 2N6

(902) 426-6141

16. TRANSPORT DU CHLOROTHALONIL PULVÉRISÉ PAR AÉRONEF ET EFFETS SUR UNE MARE (H.J. O'Neill et W. Ernst)

Introduction. Le chlorothalonil est un fongicide largement utilisé dans les provinces de l'Atlantique pour combattre le mildiou de la pomme de terre. Dans un document, la Direction de la planification et de la gestion des eaux a placé ce composé sur la liste II des substances prioritaires à cause de l'utilisation intense qui en est faite et de sa persistance dans le sol. Il a été établi que le chlorothalonil est toxique chez les poissons; il a une CL_{50} de 0,39, 0,25 et 0,43 mg/L chez le crapet arlequin, la truite arc-en-ciel et la barbue, respectivement. Conservation et Protection, région de l'Atlantique, Environnement Canada, a déposé un projet *PESTFUND* d'étude des effets aquatiques et du transport du chlorothalonil présentement en usage, ainsi que d'examen des scénarios d'utilisations inappropriées. La Direction de la qualité des eaux a concentré ses efforts de recherche sur la présence et le transport dans le milieu, alors que la Protection de l'environnement a étudié les réactions biologiques.

Méthode. Un petit cours d'eau de la région de Cape Traverse, typique de ceux de l'Île-du-Prince-Édouard, était le plus approprié à cette étude. Une petite mare de 15 sur 20 m, située entre deux champs de pommes de terre, se prêtait bien à l'étude. Trois surpulvérisations séparées ont été pratiquées afin de reproduire les scénarios d'utilisation inappropriée qui représentent les pires des cas possibles. L'échantillonnage de l'eau et des matières en suspension a été effectué lors de deux surpulvérisations.

Résultats et analyse. On a noté une concentration maximale dans l'eau de 452 µg/L. Cette concentration dépasse les CL_{50} susmentionnées. Cependant, 12 heures après les pulvérisations, la concentration était passée à moins de 10 µg/L. Dans les conditions d'usage normales, dans ce réseau lotique, les populations résidentes auraient été exposées au fongicide à concentration maximale pendant environ 10 minutes. On n'a pas détecté de résidus de chlorothalonil dans les sédiments de fond, mais les matières en suspension qui étaient entraînées hors de la mare contenaient du chlorothalonil.

Les résultats de la Direction de la qualité des eaux ont été combinés à ceux de la Protection de l'environnement.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

H.J. O'Neill
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Atlantique
C.P. 861
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1C 8N6

(506) 857-6606

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU QUÉBEC

1. LESSIVAGE DU MÉTOLACHLORE AINSI QUE DE L'ATRAZINE ET DE SES MÉTABOLITES DANS LE SOL ET DANS L'EAU SOUTERRAINE (P.-Y. Caux, S. Prasher et L. Masse)

Introduction. Aux États-Unis et dans le sud de l'Ontario, l'atrazine et le métolachlore ont fait l'objet de beaucoup d'études en laboratoire, en serre et sur le terrain. Cependant, il y en a eu peu au Québec, où le froid qui règne pendant la majeure partie de l'année pourrait prolonger la durée des herbicides en freinant leur décomposition. En outre, les niveaux phréatiques varient beaucoup dans les sols du Québec. Ils sont généralement près de la surface au printemps, mais tombent souvent à plus de 3 m durant l'été. La plongée rapide de l'eau du sol pourrait activer le lessivage des composés chimiques qui resteraient dans le sol, ce qui pourrait accroître la possibilité d'une contamination des nappes d'eau souterraine, car il est connu que l'atrazine et ses métabolites désalkylés phytotoxiques persistent dans certains sols, parfois au-delà de la saison de croissance (Burnside *et al.*, 1969; Khan et Marriage, 1977; Muir et Baker, 1976; Ritter *et al.*, 1987). L'influence du climat sur le comportement des herbicides dans les sols nécessite la tenue d'expériences dans les différentes régions où les herbicides sont appliqués par les fermiers. Par exemple, Walker et Zimdhal (1981) ont déterminé que le métolachlore persiste moins longtemps que l'atrazine au Mississippi, mais que le contraire se vérifie dans la partie nord de l'État de New York.

Le maïs est une des principales cultures du Québec, et l'atrazine constitue l'herbicide le plus fréquemment utilisé sur les champs de maïs. Le problème constitué par la rémanence de la phytotoxicité exercée par cet herbicide persistant et ses métabolites désalkylés rend souvent impossible la rotation des cultures. Par ailleurs, on peut appliquer le métolachlore à différentes cultures de haricots ainsi que de maïs; on pourrait donc l'utiliser avec des doses réduites d'atrazine chez ceux qui font place à la rotation des cultures dans leur plan de gestion. Il reste cependant à déterminer la charge en métolachlore de l'eau souterraine dans les régions situées au nord avant que l'usage de ce pesticide ne soit généralisé.

Cette étude avait pour objectif d'évaluer la persistance et le déplacement du métolachlore ainsi que de l'atrazine et de ses métabolites dans le sol pendant cinq mois. Elle visait aussi à évaluer les risques de contamination par ces herbicides des nappes d'eau souterraine par la surveillance de l'eau souterraine dans les champs de maïs au cours de la période d'échantillonnage. Deux types de sol différents, argile et sable, ont été choisis afin de permettre la comparaison du potentiel de lessivage des deux herbicides dans un sol à texture légère et dans un sol à texture dense sous le climat du Québec.

Méthode. À l'été de 1988 ainsi qu'à l'été de 1989, des travaux sur le terrain ont été entrepris; l'objectif était d'examiner comment le métolachlore ainsi que l'atrazine et ses métabolites étaient lessivés dans deux sols agricoles du Québec, nommément un sable de Saint-Amable et une argile de Saint-Laurent.

Résultats et analyse. En 1988, la concentration d'atrazine a diminué de moitié par rapport aux niveaux originaux dans les deux champs et en moins de deux semaines. En outre, la demi-vie du métolachlore a été

inférieure à deux semaines dans le champ d'argile, mais légèrement supérieure à trois semaines dans le champ sableux. L'écart est probablement attribuable au fait que les deux terrains n'ont pas été traités à la même date. L'atrazine a été détectée en plus forte concentration dans le terrain d'argile que dans l'autre, dans l'eau souterraine comme à des profondeurs supérieures à 20 cm, tandis que le métolachlore était en concentration inférieure à la limite de détection dans l'eau souterraine de l'un et de l'autre des champs. La diéthylatrazine, le seul métabolite trouvé dans le sol, était trouvée en concentration supérieure dans l'argile, même si la décomposition microbienne de l'atrazine était minimale dans l'ensemble. Au niveau de la nappe d'eau souterraine, la déisopropylatrazine a été le seul métabolite détectable; sa concentration était la même dans les deux champs. L'analyse des métabolites semble indiquer que la transformation de l'atrazine en déisopropylatrazine s'est produite en conditions de saturation, alors que, dans la zone non saturée, la déséthylatrazine constituait le principal produit de décomposition. Cela pourrait aussi indiquer que la déisopropylatrazine a un potentiel de lessivage supérieur à la déséthylatrazine. Les données ont révélé que la recommandation canadienne pour l'atrazine dans l'eau douce (2 µg/L) a été dépassée dans l'eau souterraine du champ d'argile peu de temps après l'application et entre le mois d'août et la fin de la période d'échantillonnage en octobre, alors que, dans le champ sableux, le lessivage jusqu'au niveau de l'eau souterraine a été minimal. Les résultats de 1989 sont présentement étudiés.

Références

Burnside, O.C., Fenster, C.V., Wicks, G.A. et J.V. Drew. «Effects of Soil and Climate on Herbicide Dissipation», *Weed Science, 17*:241-244 (1969).

Khan, S.U. et P.B. Marriage. «Residues of Atrazine and its Metabolites in an Orchard Soil and their Uptakes by Oat Plants», *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 25*(6):1408-1413 (1977).

Muir, D.C. et B.E. Baker. «Detection of Triazine Herbicides and Their Degradation Products in Tile-drain Water from Fields Under Intensive Corn (Maize) Production», *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 24*(1):122-125 (1976).

Ritter, W.F., Chirnside, A.E.M. et R.W. Scarboraugh. «Pesticide Leaching in Irrigated Corn», ASAE, St. Joseph, MI, NAR 87-202 (1987).

Walker, A. et R.L. Zimdhal. «Simulation of the Persistence of Atrazine, Linuron, and Metolachlor in Soil at Different Sites in the USA», *Weed Research, 21*:255-265 (1981).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Pierre-Yves Caux
Centre Saint-Laurent
Division de l'hydrologie et des réseaux
1001, rue Pierre-Dupuy
Longueuil (Québec)
J4K 1A1

(514) 646-6043

Shiv Prasher
Génie agricole
Collège MacDonald
Université McGill
Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec)
H9X 1C0

(514) 398-7773

Lucie Masse
Génie agricole
Collège MacDonald
Université McGill
Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec)
H9X 1C0

(514) 398-7773

2. VARIATIONS DE CONCENTRATION INTRACELLULAIRE D'ACIDES AMINÉS LIBRES CHEZ DES MOULES GARDÉES DANS DES CAGES, *Elliptio complanata*, ET EXPOSÉES DANS DES BASSINS AGRICOLES

(Kristin E. Day, Janice L. Metcalfe et Suzanne P. Batchelor, INRE, Burlington, Ontario)

Introduction. La détection de modifications biochimiques au niveau moléculaire et au niveau cellulaire chez des organismes exposés à des contaminants chimiques constitue peut-être l'indication la plus hâtive et la plus sensible d'une réponse à une intoxication. Ces changements peuvent révéler une perte du potentiel de survie, de croissance ou de reproduction au niveau des populations et des communautés. La mesure des variations de concentration intracellulaire des acides aminés libres (AAL) dans les tissus des mollusques constitue justement l'un de ces instruments biochimiques. Il est établi que la concentration totale d'AAL des organismes marins est abaissée par suite d'une exposition des sujets à des substances chimiques toxiques, mais il y a peu d'études qui portent sur les organismes d'eau douce.

L'objectif de la présente recherche était de déterminer le capital d'AAL de la moule d'eau douce, *Elliptio complanata*, exposée *in situ*, dans des cages, aux milieux stressants que constituent les affluents de la rivière Yamaska au Québec; un autre objectif était de déterminer si le capital d'AAL a varié à la suite du stress exercé. Il est connu que le bassin de la rivière Yamaska est contaminé par un certain nombre de composés chimiques polluants, notamment des pesticides; parmi les stations choisies pour cette étude, plusieurs se trouvaient à des endroits où l'eau de ruissellement des terres agricoles était riche en pesticides et en matières nutritives.

Méthode. À l'été de 1987, des moules tenues dans des cages (*Elliptio complanata*) ont été placées à plusieurs stations situées dans le bassin hydrologique de la rivière Yamaska, à proximité de sources de ruissellement agricole. Des moules en cage ont aussi été placées à des stations situées dans des endroits que l'on considère être non contaminés. Après 27 à 29 jours et 77 à 79 jours d'exposition, les moules ont été partout retirées des cages, congelées et rapportées au laboratoire où ont été pratiqués les dosages d'AAL dans le manteau, les branchies et le muscle adducteur, par la méthode de la chromatographie liquide à haute performance (CLHP).

Résultats et analyse. Aux stations soumises au ruissellement agricole, la concentration totale d'AAL (nmol/mg, poids frais) dans le manteau et dans le muscle adducteur s'est élevée pour se détacher de la concentration de fond ou de la concentration des témoins. Les mêmes stations ont été classées de «pauvres» à «très pauvres» sur le plan de la qualité de l'eau, selon un indice biotique du bon état de communautés d'invertébrés benthiques. L'augmentation de la concentration totale en AAL était attribuable à des augmentations individuelles de presque tous les AAL. Les changements observés régulièrement dans la composition, exprimée en pourcentage, des AAL individuels par rapport au capital total des AAL comprenaient notamment des diminutions des concentrations de sérine, de thréonine, de glycine et de valine ainsi que des augmentations d'acide glutamique et de glutamine. On a observé peu de changements d'AAL individuels ou totaux dans les tissus des branchies. Ces résultats

s'apparentent à ceux rapportés au cours d'autres études portant sur des organismes d'eau douce; ils peuvent signifier notamment qu'une augmentation de la teneur totale en AAL dans certains tissus de bivalves dulcicoles peut être indicatrice d'un stress général, ce qui peut déboucher sur une technique utile de biosurveillance qu'Environnement Canada pourrait utiliser pour évaluer *in situ* la toxicité de matières polluantes provenant de sources non ponctuelles.

Le rapport intégral est disponible sous la désignation nº 89-104 de l'INRE.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Kristin Day
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4659

3. CALCUL D'UN OBJECTIF DE LA QUALITÉ DE L'EAU EN FONCTION DE LIEUX PRÉCIS POUR L'ATRAZINE TROUVÉE DANS LA RIVIÈRE YAMASKA

(P.-Y. Caux, M. Wong, R.A. Kent et M. Taché)

Introduction. L'activité photosynthétique, qui est directement reliée au transport des électrons dans le photosystème II (PSII), est mesurée par la fluorescence de tissus végétaux et calculée comme la différence dans la période transitoire P-T [1,2].

La fluorométrie [3] constitue une méthode rapide et efficace pour déterminer la toxicité relative de polluants dans le milieu. Nous savons que les inhibiteurs de la photosynthèse (herbicides) font augmenter la fluorescence de la chlorophylle par dissipation du rayonnement absorbé, qui est réémis en cas de dysfonctionnement de la photochimie. Les variations transitoires de fluorescence de la chlorophylle au moment même où commence l'éclairement de tissus foliaires adaptés à l'obscurité sont représentatives de la fluorescence totale obtenue par fluorométrie [4-7, 2]. Les variations observées de l'induction de la fluorescence sont associées à l'endommagement du site où l'eau s'ionise dans la réaction de Hill (site PSII). Ce phénomène peut conduire à une perte d'efficacité de l'accepteur primaire d'électrons qui, à son tour, inhibe le transport des électrons entre le PSII et le PSI.

La composition physico-chimique des différents plans d'eau peut faire varier la toxicité potentielle d'un pesticide. Par conséquent, il y a lieu de déterminer si des variances de la composition physico-chimique interfèrent avec les effets toxicologiques d'un pesticide à une concentration donnée. En déterminant la relation entre les effets toxicologiques des pesticides et les paramètres physico-chimiques de tributaires d'une ou de plusieurs rivières, il peut être possible de prévoir le comportement des pesticides dans un réseau hydrologique donné.

Méthode. **Traitement à l'atrazine** : *Selenastrum capricornutum* : Un échantillon d'eau de 50 mL a été passé sur filtre Millipore 0,45 µm et repris dans un erlenmeyer stérile de 250 mL de façon à éliminer les algues qui s'y trouvaient. Un milieu nutritif a été ajouté à raison de 0,05 mL. Les cultures ont été traitées à l'atrazine en concentrations de 2 et 20 µg/L. Une culture de *Selenastrum capricornutum* (0,5 mL) a été inoculée dans les échantillons qui ont été placés ensuite à l'étuve de huit à dix jours.

Lemna minor : Un échantillon d'eau de 50 mL a été passé sur filtre Millipore 0,45 µm et repris dans un erlenmeyer stérile de 250 mL. Les matières nutritives ont été ajoutées dans le système. Une seule plante a été inoculée dans le milieu. De l'atrazine a été ajoutée dans chaque système aux mêmes concentrations que celles utilisées pour *Selenastrum capricornutum*. Les erlenmeyers ont été placés à l'étuve à 25 °C, sans agitation et avec une intensité lumineuse de 95 $\mu E/m^2 \cdot s^{-1}$ de huit à dix jours.

Assemblage d'algues naturelles : Un échantillon de 50 mL d'eau a été placé dans un erlenmeyer de 250 mL et enrichi avec un milieu nutritif. De l'atrazine a été ajoutée aux mêmes concentrations que les concentrations susmentionnées. Les échantillons ont été placés à l'étuve dans les

conditions décrites ci-dessus pendant dix à douze jours.

Chacune des expériences a été faite en trois exemplaires.

Analyses fluorométriques : Un fluoromètre SF-30 (Richard Brancker Inc., Ottawa) a servi à la mesure de l'induction de la fluorescence; il s'agit d'un indicateur sensible de l'activité photosynthétique. Le fluoromètre a été ajusté pour un gain de 0,8 et une exposition à la lumière de 50 secondes, ce qui assure une intensité lumineuse maximale de 10^4 ergs/cm^2 • s^{-1}.

Après le traitement à l'atrazine, un échantillon traité de 15 à 30 mL a été filtré sous vide sur papier Whatman GF/C en fibres de verre. Le filtre a ensuite été placé sur deux papiers filtres Whatman nº 1 préhumectés avec le milieu. La sonde du fluoromètre a été centrée au-dessus du papier filtre. Afin de permettre aux cellules de se réadapter à l'obscurité, la sonde était laissée sur le filtre pendant exactement trois secondes.

Après les lectures, les filtres ont été séchés au four à 85 °C pendant environ une heure. Le poids sec des algues a été déterminé par gravimétrie.

Résultats et analyse. Sur les graphiques fluorométriques caractéristiques d'un échantillon non traité de culture algaire, on observe une crête «P» qui est caractéristique des cellules qui marquent une activité photosynthétique. La courbe de fluorescence mesurée montre différents stades qui correspondent à plusieurs centres photoréactionnels [8]. La lettre «T» indique la fin de la crête «P». La longueur de la transitoire «P-T» a servi à quantifier l'activité photosynthétique. La valeur obtenue a été exprimée en pourcentage d'inhibition par rapport à des valeurs témoins.

Les résultats obtenus font présentement l'objet d'une analyse statistique et seront présentés dans un rapport ou une publication scientifique.

Références

1. Shreiber, U., Vidaver, W., Runeckles, V.C. et P. Rosen. «Chlorophyll Flurescence Assay for Ozone Injury in Intact Plants», *Plant Physiology, 61*: 80-84 (1978).

2. Moody, R., Weinberger P. et R. Greenhalgh. «Algal Fluorometric Determination of the Potential Phytotoxicity of Environmental Pollutants», *Aquatic Toxicology*, J.O. Nriagu, éd., John Wiley, New York, p. 403-412 (1983).

3. Moody, R. «Algicidal Activity of Formulated Fenitrothion. The Effect of Cosolvent, Aerotex 3470 on Unicellular Algae», thèse de Ph.D., Université d'Ottawa (1982).

4. Ahrens, W.H., Arntzen C.J. et E.W. Stoller. «Chlorophyll Fluorescence Assay for the Determination of Triazine Resistance», *Weed Science, 29*: 316-322 (1981).

5. Kaustsky, H. et A. Hirsch. «Neve Versuche zur Kohlensaure Assimilation», *Naturwissenschaften, 19*: 964 (1931).

6. Govindjee et C. Papageorgiou. «Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis : Fluorescence Transients», *Photobiology*, A.C. Giese,

éd., Academic, New York, 6:1-46 (1971).

7. Schreiber, U., Groberman L. et W. Vidaver. «Portable Solid-state Fluorometer for the Measurement of Chlorophyll Fluorescence Induction in Plants», *Review of Scientific Instrumentation*, *46*: 538-542 (1975).

8. Papageorgiou, G. «Chlorophyll Fluorescence : An Intrinsic Probe of Photosynthesis», *Bioenergetics of Photosynthesis*, Govindjee, éd., Academic Press, New York, p. 319-371 (1975).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Pierre-Yves Caux
Centre Saint-Laurent
Division de l'hydrologie et des réseaux
1001, rue Pierre-Dupuy
Longueuil (Québec)
J4K 1A1

(514) 646-6043

Michel Taché
Centre Saint-Laurent
Division de l'hydrologie et des réseaux
1001, rue Pierre-Dupuy
Longueuil (Québec)
J4K 1A1

(514) 646-6043

Mike Wong
Direction de la qualité des eaux
Direction générale des eaux intérieures
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 953-3197

Robert Kent
Division des objectifs de
qualité des eaux
Direction de la qualité des eaux
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 953-1554

4. ENQUÊTE À DEUX COMPOSANTES SUR LES EFFETS DES PESTICIDES SUR LES BIOTES (PHYTOBIOLOGIE) D'UNE RIVIÈRE SITUÉE DANS UN BASSIN HYDROLOGIQUE SOUMIS À UNE EXPLOITATION AGRICOLE INTENSIVE

(P.-Y. Caux et M. Taché)

Introduction. L'utilisation des pesticides conduit à une écotoxicité potentielle chez différents organismes terrestres et aquatiques (Matsumura *et al.*, 1972). Une compilation des principaux pesticides d'usage courant au Québec a été faite (SAGE, 1988) et elle a permis de mettre au point des techniques de surveillance et d'échantillonnage mieux adaptées à des applications dans l'espace comme dans le temps.

Deux des trois objectifs de l'étude ont été partiellement atteints; ce sont le développement d'un programme de surveillance et d'évaluation des pesticides d'usage courant au Québec ainsi que la cueillette de renseignements à l'intention des gestionnaires sur la présence et l'évolution des pesticides dans le milieu. Le troisième objectif était la constitution d'une base de données qui devait servir à la réévaluation de l'utilisation des pesticides.

Le premier et le deuxième objectifs ont été atteints grâce à des études récentes sur au moins six affluents du Saint-Laurent qui sont représentatifs de bassins hydrologiques soumis à une activité agricole intense.

Les pesticides suivants sont source de préoccupation : atrazine (concentration maximale (CM) 20,7 µg/L, recommandation 2 µg/L); diazinon (CM 18 µg/L); 2,4-DB (CM 4,6 µg/L, recommandation 4,0 µg/L); lindane (CM 0,1 µg/L, recommandation 0,01 µg/L); p,p'-DDE (CM 0,014 µg/L, recommandation 0,003 µg/L); alpha-endosulfan (CM 0,02 µg/L, recommandation 0,003 µg/L) ainsi que bêta-endosulfan (CM 0,035 µg/L, recommandation 0,003 µg/L). Ces pesticides sont classés parmi ceux qui obtiennent la priorité de la Direction de la production et de l'inspection des aliments (document R-1-226).

L'acquisition des données nécessaires à la réévaluation de l'utilisation des pesticides en vue du renouvellement de leur homologation n'a cependant pas été menée à terme. Ce problème n'est pas particulier à la région du Québec, il a plutôt des incidences nationales. Les pesticides modernes sont moins persistants et, en principe, utilisés de manière conforme aux normes relatives à leur application. En outre, les fermiers trouvent avantage à appliquer les techniques de lutte intégrée. Les tentatives de recueillir des données devraient être orientées vers la question de savoir si les substances toxiques détectées dans l'espace et dans le temps sont trouvées à des concentrations qui ont des effets sur les organismes et les écosystèmes. Ce qui suit est le plan simplifié d'une expérience à deux composantes destinée à mesurer les effets dans le temps et dans l'espace des pesticides sur le phytoplancton et les macrophytes.

Méthode. Les organismes choisis sont sensibles, ne sont pas des organismes cibles et sont représentatifs des écosystèmes aquatiques. Ils sont trouvés partout au Canada. Les critères qui président au choix des essais biologiques sont les suivants : validité face à nos connaissances actuelles du mode d'action des pesticides, disponibilité, coût, rapidité et applicabilité

sur le terrain (*in situ*). Les résultats obtenus de la sorte indiqueront, d'une manière statistiquement valide, l'existence ou non d'effets à un niveau spécifié.

Organismes : deux organismes ont été choisis :

1) *Lemna minor;*

2) algues (provenant du milieu ou *Selenastrum*).

Bioessais : quatre en tout:

1) biomasse (poids frais et sec, nombre);

2) bioaccumulation;

3) microplaques;

4) teneur et composition en lipides.

Résultats et analyse. La première composante de l'expérience faisait suite à la cueillette de données sur les pesticides dont on avait déterminé qu'ils étaient des sources de préoccupation dans la région. Les résultats de ces analyses ne sont pas encore connus; ils feront l'objet d'un rapport d'étude.

La deuxième composante de l'expérience portera sur les effets dans le temps, au laboratoire, de cinq pesticides sur des organismes déterminés. Plusieurs concentrations, notamment celles mesurées *in situ*, serviront à l'essai. L'atrazine, le diazinon, le 2,4-DB, le lindane et l'endosulfan sont les pesticides analysés.

Chaque organisme sera étudié séparément et gardé dans un milieu axénique. Après un traitement de deux semaines, la biomasse et la fluorométrie seront mesurées. Les analyses de la bioaccumulation et de la teneur ainsi que de la composition en lipides seront confiées à une entreprise. Les essais en laboratoire fourniront les résultats préliminaires aux essais sur le terrain.

La deuxième composante prévoit la tenue des mêmes essais biologiques sur des communautés végétales existantes des écosystèmes aquatiques, de façon à inclure les organismes d'essai susmentionnés.

Une partie des travaux commencera au début d'octobre et se poursuivra tout au cours de 1990. À ce jour, des essais sur microplaques ont été effectués afin d'évaluer l'effet de l'atrazine sur l'algue verte *Selenastrum*. Les résultats obtenus font présentement l'objet d'un traitement statistique et seront présentés dans un rapport ou une publication scientifique.

Références

Matsumura, F., Boush, G.M. et T. Misato. *Environmental Toxicology of Pesticides*, Academic Press, New York et London, 637 p. (1972).

SAGE. *Recueil des principaux pesticides en usage au Québec*, Cossette, D., Giroux, I. et R. Poulin (éd.), SAGE Ltée, 4700, boul. Wilfrid-Hamel, Québec (Québec) G1P 2J9 (1988).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Pierre-Yves Caux
Centre Saint-Laurent
Division de l'hydrologie et des réseaux
1001, rue Pierre-Dupuy
Longueuil (Québec)
J4K 1A1

(514) 646-6043

Michel Taché
Centre Saint-Laurent
Division de l'hydrologie et des réseaux
1001, rue Pierre-Dupuy
Longueuil (Québec)
J4K 1A1

(514) 646-6043

5. ÉVALUATION DES EFFETS À MOYEN TERME SUR LES COMMUNAUTÉS AVIENNES DE L'ENTRETIEN DES PLANTATIONS D'ÉPINETTES NOIRES AUX PHÉNOXYS ET AU GLYPHOSATE

(Brigitte Hardy, Environnement Illimité Inc. et Jean-Luc DesGranges, Service canadien de la faune, région du Québec)

Introduction. L'évaluation des effets à moyen terme (de sept à neuf ans) de l'entretien des plantations d'épinettes noires (*Picea mariana*) aux phénoxys (Estaprop) et au glyphosate (Roundup) sur les communautés aviennes a été réalisée en période de reproduction dans les régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie au Québec. L'étude a porté sur quatre peuplements végétaux, dont la faune avienne en reproduction a été inventoriée au printemps de 1988; la caractérisation de la végétation de ces groupements a été complétée à l'été de 1988.

Dans la région du Bas-Saint-Laurent, l'étude a porté sur une plantation d'épinettes noires datant de 1980 et traitée au glyphosate (Roundup) en 1981; un peuplement en régénération naturelle a été utilisé comme milieu témoin. En Gaspésie, la plantation retenue date de 1976 et a été traitée aux phénoxys; une plantation non traitée était disponible comme milieu témoin.

Méthode. L'inventaire de l'avifaune a été réalisé en utilisant la méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA). Vingt points d'écoute ont été établis dans chaque plantation; ces stations d'échantillonnage ont été inventoriées à trois reprises tôt le matin et à une occasion en fin de journée, afin de recenser l'ensemble des espèces d'oiseaux nicheurs. La végétation de chaque point d'écoute a été caractérisée à l'intérieur d'un ou de plusieurs quadrats représentatifs.

Résultats et analyse. Dans la région du Bas-Saint-Laurent, 26 espèces aviennes ont été rencontrées à l'intérieur de la plantation traitée et 28 dans le peuplement en régénération naturelle. Neuf espèces montrent des densités supérieures significatives ($p<0,05$ ou $p<0,001$) là où il y a eu traitement au glyphosate, contre une pour les sites en régénération naturelle. Les indices de diversité avienne et de dominance, ainsi que les nombres moyens d'espèces et de couples par point d'écoute, affichent des valeurs plus grandes dans la plantation.

En Gaspésie, 26 espèces ont été inventoriées dans la plantation traitée, contre seulement 17 dans la plantation non traitée.
Cinq espèces ont des densités supérieures sur les sites traités aux phénoxys ($p<0,05$); par contre, six espèces montrent des différences négatives significatives, en étant moins abondantes, voire même absentes à l'intérieur de la plantation traitée. Le nombre moyen d'espèces aviennes par point d'écoute est sensiblement pareil à l'intérieur des deux peuplements, tandis que le nombre de couples et l'indice de diversité sont supérieurs dans la plantation traitée. Par contre, l'indice de dominance est supérieur dans la plantation non traitée.

Les peuplements végétaux traités avec des herbicides montrent un recouvrement en conifères supérieur à celui des peuplements témoins et un dégagement du milieu plus grand, alors que la plantation non traitée est envahie par des essences feuillues et que la voûte foliacée est dense. Ces modifications de l'habitat provoquent une augmentation significative de la densité de plusieurs espèces d'oiseaux nicheurs, de même qu'une élévation de la diversité avienne,

principalement à cause du caractère mixte des peuplements après sept à neuf ans de traitements aux herbicides. À moyen terme, l'utilisation des herbicides semble donc bénéfique pour les communautés aviennes.

Référence

Hardy, B. et J.-L. DesGranges. *Évaluation des effets à moyen terme sur les communautés aviennes de l'entretien des plantations d'épinettes noires* (Picea mariana) *aux phénoxys* (Estaprop) *et au glyphosate (Roundup)*, Environnement Illimité Inc. pour le compte d'Environnement Canada, rapport technique, Service canadien de la faune, région du Québec. 26 p. et annexes (1989).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Jean-Luc DesGranges
Service canadien de la faune
C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H5

(418) 649-6126

6. EFFETS DE L'ARROSAGE DE L'AZINPHOS-MÉTHYL, DU MALATHION ET DU CARBOFURAN SUR LES OISEAUX NICHEURS DES POMMERAIES ET DES FRAISERAIES AU QUÉBEC

(Douglas Graham et Richard Poulin, SAGE Ltée, et Jean-Luc DesGranges, Service canadien de la faune, région du Québec)

Introduction. Cette étude, qui s'est déroulée dans la partie sud du Québec, avait pour objectif de déterminer les effets possibles sur les oiseaux de trois insecticides communément utilisés dans les fraiseraies (malathion et carbofuran) et dans les vergers (azinphos-méthyl).

Méthode. Les méthodes empiriques d'évaluation des effets des pesticides qui ont été soumises à l'essai comportaient la détermination de la mortalité directement attribuable à l'utilisation du produit, l'observation des effets physiologiques et comportementaux et l'évaluation des effets sur les populations en fonction de la territorialité et de la densité des nids.

Résultats et analyse. Le malathion n'a eu aucun effet observable. En ce qui concerne le carbofuran, l'échantillonnage restreint n'a pas permis d'observer des effets mesurables. L'azinphos-méthyl peut être la cause de l'inhibition de la cholinestérase observée chez les oiseaux qui se tiennent dans les vergers; exception faite des effets de cette exposition aux pesticides, aucun autre effet n'a été observé ou détecté.

On trouvera dans ce rapport une explication possible de l'absence d'effet mesurable au regard de chaque méthode utilisée. Les effets nocifs potentiels des insecticides examinés dans cette étude sont évalués en fonction d'autres types de cultures au Québec.

Référence

Graham, D., R. Poulin et J.-L. DesGranges. *Effets de l'arrosage de l'azinphos-méthyl, du malathion et du carbofuran sur les oiseaux nicheurs des pommeraies et des fraiseraies au Québec*, SAGE Ltée pour le compte d'Environnement Canada, rapport technique, Service canadien de la faune, région du Québec. 63 p. et annexes (1989).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Jean-Luc DesGranges
Service canadien de la faune
C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H5

(418) 648-3914

7. EFFETS DU TRAITEMENT DES ARBRES ORNEMENTAUX AU DIAZINON ET À L'ACÉPHATE SUR LE MERLE D'AMÉRIQUE EN MILIEU URBAIN

(François Morneau et Robert Décarie, GREBE Inc. et Jean-Luc DesGranges, Service canadien de la faune, région du Québec)

Introduction. Cette étude avait pour objectif de déterminer si l'acéphate (Orthène) et le diazinon (Basudin), deux insecticides appliqués aux arbres ornementaux en région urbaine, ont des effets létaux ou sublétaux sur les populations aviaires. L'acéphate sert avant tout à la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette chez les conifères, alors que le diazinon est utilisé pour la lutte contre les pucerons sur les arbres fruitiers.

Méthode. On a fait un essai sur l'effet de ces produits sur l'alimentation et la couvaison ainsi que sur la productivité du Merle d'Amérique (*Turdus migratorius*). Une centaine de nids de merles ont été divisés en trois groupes : un groupe témoin, un groupe traité à l'acéphate et un groupe traité au diazinon. À de très rares exceptions près, dans les groupes traités, seulement les arbres contenant des nids ont fait l'objet d'un traitement.

Résultats et analyse. Il n'y a pas eu de mortalité de nicheurs adultes qui a été observée, et le développement de chaque nichée s'est poursuivi. Les résultats obtenus montrent qu'il n'existe pas de différence significative de productivité entre les deux groupes traités. Il est à noter que la productivité est exprimée par le nombre d'oisillons qui demeurent vivants au bout de 11 jours, alors que le succès de la reproduction, pour un nid, s'exprime par le rapport du nombre d'oisillons au nombre d'oeufs. Il a été impossible de comparer le succès de la reproduction entre les deux groupes parce que l'importance des nichées n'a été établie que dans quelques cas seulement. Le nombre de déplacements pour l'alimentation, le nombre de rejets fécaux éliminés par les adultes et la couvaison par la femelle n'ont à peu près pas varié. Cependant, la productivité et le nombre de déplacements pour l'alimentation étaient inférieurs chez le groupe exposé au traitement au diazinon.

Les dosages de l'activité de l'acétylcholinestérase n'ont pas été concluants. On a avancé l'hypothèse voulant que l'absence d'effet puisse être attribuable : 1) au caractère géographique très limité du traitement et à la petitesse des doses; 2) au fait que, pour qu'un effet soit discernable, il faut une exposition aux substances qui est considérable ou au fait que les produits doivent être ingérés; et 3) au fait que le Merle d'Amérique couvre un vaste territoire pour s'alimenter; or, ce territoire dépasse substantiellement l'espace très limité des arbres où les nids ont été traités. Dans le cas du diazinon, il est possible qu'un effet modéré n'ait pu être détecté à cause du peu d'importance des échantillons.

Référence

Morneau, R., Décarie R. et J.-L. DesGranges. *Effets du traitement des arbres ornementaux au diazinon* (Basudin) *et à l'acéphate* (Orthène) *sur le Merle d'Amérique* (Turdus migratorius) *en milieu urbain*, GREBE Inc. pour le compte d'Environnement Canada, rapport technique, Service canadien de la faune, région du Québec, 50 p. et annexes (1989).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Jean-Luc DesGranges
Service canadien de la faune
C.P. 10100
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H5

(418) 648-3914

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'ONTARIO

1. ANALYSE DES PESTICIDES - ASSURANCE DE LA QUALITÉ INTERMINISTÉRIELLE AU FÉDÉRAL (Yvonne D. Stokker et A.S.Y. Chau)

Introduction. Les extraits qui servent d'échantillons de référence sont de toute première utilité pour l'assurance et le contrôle de la qualité (AQ/CQ) intralaboratoire et interlaboratoire, ainsi que pour la validation des méthodes et la recherche. Ce matériel de référence, avec des solutions étalons appropriées présentées dans des fioles, pourrait rendre plus économiques et plus efficaces les analyses et les contrôles de qualité en laboratoire qui accompagnent les programmes de surveillance. Cette recherche a porté sur la production de matériaux de référence uniques sous forme d'extraits de sédiments en fioles qui contiennent de l'atrazine et d'autres herbicides du type *s*-triazine qui sont sources d'inquiétude. Les concentrations de référence, l'homogénéité et la stabilité de ces herbicides ont été confirmées par des analyses faites dans nos laboratoires ainsi que par un CQ interlaboratoire.

L'étude avait les objectifs suivants :

a) constituer des extraits de référence en fioles;

b) vérifier les concentrations de référence et faire une étude suivie de l'homogénéité et de la stabilité de ces échantillons;

c) procéder à un CQ interlaboratoire du dosage des *s*-triazines contenues dans les extraits de sédiments.

Le CQ visait à vérifier les méthodes utilisées par les laboratoires qui alimentent la base de données constituée pour ces herbicides et, ce faisant, à établir le niveau de confiance et la comparabilité des résultats utilisés pour étayer les décisions de gestion (p. ex., contrôle réglementaire de l'atrazine dans des endroits vulnérables sur le plan écologique).

Méthode. Un échantillon de sédiments lyophilisé, d'un poids de 5,0 kg et prélevé dans le lac Érié et le lac Sainte-Claire, a été soumis à une extraction sommaire à l'acétone : cette opération avait pour objet de constituer des fractions coextraites nécessaires à l'établissement de la concentration de fond dans les sédiments de référence utilisés dans cette étude. Après filtration, l'extrait a été divisé, et l'atrazine, la simazine, la propazine et la cyanazine ont été portées à deux concentrations. Des solutions «étalons» du même ordre de concentration ont également été préparées; elles ont été placées dans des fioles de verre scellées qui accompagnaient les extraits de sédiments de référence. L'homogénéité des produits a été vérifiée sur-le-champ; les essais de stabilité se poursuivent toujours.

Dans le cadre du CQ interlaboratoire, plus de 30 laboratoires canadiens ont reçu des trousses d'échantillons composées de quatre fioles qui contenaient les extraits des sédiments et de sept mélanges différents de solutions «étalons» en fioles.

Résultats et analyse. Cette étude a atteint tous ses objectifs. L'homogénéité d'une fiole à l'autre a été confirmée, et la stabilité des quatre *s*-triazines qui nous intéressaient est vérifiée au bout de six mois; le contrôle se poursuit toujours. Au total, nous disposons toujours de près de 1 000 fioles qui contiennent des extraits des sédiments.

Le CQ au moyen de ces extraits de sédiments s'est fait dans le cadre du programme national d'études de contrôle de la qualité. Vingt-deux laboratoires ont présenté des résultats portant sur les quatre *s*-triazines des onze fioles. Les valeurs médianes interlaboratoires des résultats remis correspondent très bien aux concentrations de référence de chacune des *s*-triazines; cela se trouve à confirmer notre propre vérification des concentrations de référence. Malgré quelques résultats erratiques dans ce CQ, la majorité des participants a produit d'excellents résultats. Il semble donc qu'on puisse avoir totalement confiance aux résultats portant sur les *s*-triazines qui proviennent des mêmes laboratoires qui sont engagés dans le programme de surveillance.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Yvonne D. Stokker
Environnement Canada
Assurance de la qualité
Direction de la recherche
pure et appliquée
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4638

2. RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DES EAUX AU CANADA POUR L'ATRAZINE, LE CARBOFURAN ET LE GLYPHOSATE (CCME)

Introduction. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), anciennement, le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE), a déterminé que la rédaction de recommandations sur la qualité des eaux au Canada relatives aux pesticides en usage est une priorité. Cette démarche est terminée dans le cas de l'atrazine et du glyphosate, des herbicides, ainsi que dans le cas du carbofuran, un acaricide, nématicide et insecticide agricole.

Méthode. On a dépouillé la littérature mondiale et fait la revue critique des données relatives à la toxicité dans l'eau, aux concentrations dans le milieu, à la persistance et à la transformation dans le milieu ainsi qu'aux caractéristiques physiques et chimiques de ces trois composés. Lorsque les données le permettaient, on a recommandé des normes pour les cinq formes d'utilisation principales de l'eau, soit pour les approvisionnements en eau brute destinée à la consommation humaine, pour la récréation et l'esthétique, pour les organismes aquatiques dulcicoles, pour l'irrigation et pour l'abreuvement des animaux d'élevage. Les renseignements et les recommandations ont été revus et approuvés par le groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux au Canada.

Résultats et analyse. Au terme de cette revue, les Recommandations pour la qualité des eaux au Canada qui paraissent au tableau ci-dessous ont été suggérées :

RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DES EAUX AU CANADA POUR L'ATRAZINE, LE GLYPHOSATE ET LE CARBOFURAN

	Atrazine	Glyphosate	Carbofuran
		(µg/L)	
Eau brute de boisson*	60	280	90
Organismes dulcicoles	2	65	1,75
Récréation et esthétique	--	--	--
Irrigation	10	--	--
Animaux d'élevage	60	280	45

* Lignes directrices adoptées pour l'eau de boisson (Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau de boisson)

Les renseignements techniques et scientifiques relatifs à ces trois pesticides sont contenus dans le résumé du CCME; ils seront publiés sous forme d'un supplément qui s'ajoute aux Recommandations pour la qualité des eaux au Canada de 1987.

Pour plus de précisions, s'adresser à :

Robert Kent
Division des objectifs de qualité des eaux
Direction de la qualité des eaux
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 953-1554

3. TECHNIQUE DE DÉPISTAGE DE L'ATRAZINE DANS L'EAU SOUTERRAINE ET L'EAU DE SURFACE (James P. Sherry)

Introduction. Les méthodes classiques d'analyse des contaminants organiques à l'état de traces dans des échantillons pris dans le milieu sont généralement lentes et coûteuses. Souvent, beaucoup d'échantillons qui ne contiennent pas de contaminants doivent être soumis à une extraction et à une purification avant une analyse par chromatographie gazeuse (CG) ou par chromatographie gazeuse et spectrographie de masse (CG/SM). Par l'élimination des échantillons non contaminés avant l'analyse, l'inclusion d'étapes de dépistage dans les protocoles d'analyse permettrait de réduire considérablement le coût des analyses. Les échantillons qui seraient positifs au moment du dépistage seraient soumis aux méthodes classiques d'analyse. Des différents essais de dépistage possibles, les dosages immunologiques (DI) semblent être les plus prometteurs.

Fondés sur la réaction classique antigène-anticorps, les DI constituent des techniques relativement simples, très efficaces et souples, qui permettent d'opérer une détection hâtive de composés organiques trouvés à l'état de traces. À l'origine, ces dosages ont été mis au point pour le microdosage de substances protéiniques, mais, maintenant, ils servent beaucoup à la détection et au dosage d'hormones stéroïdes et d'autres molécules organiques de faible poids moléculaire. On a proposé les DI comme moyen de détection d'un nombre important de substances polluantes, notamment les dibenzo-*p*-dioxines polychlorées (PCDD), les biphényles polychlorés (BPC), la dieldrine et l'aldrine, le 2,3,7,8-tétrachlorodibenzofurane (TCDF), le diclofop-méthyl, l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D) et l'acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique (2,4,5-T). Dans un rapport sur les techniques modernes et économiques qui servent à l'analyse des résidus des pesticides, l'Union internationale de chimie pure et appliquée est parvenue à la conclusion que les méthodes immunochimiques, quoique toujours assez méconnues des chimistes des résidus, présentent des possibilités fascinantes de créer de nouvelles méthodes économiques. La plupart des DI reviennent à seulement quelques dollars par essai même si certaines trousses disponibles sur le marché peuvent faire passer le prix à environ 20 $ l'échantillon.

À l'Institut national de recherche sur les eaux, la recherche dans ce domaine porte notamment sur la mise au point de techniques de dosage radioimmunologique des PCDD et sur la détermination de leur performance en fonction de différentes matrices environnementales. On compte éventuellement produire une batterie d'essais de dépistage qui permettraient de détecter toute une série de contaminants du milieu.

Les herbicides du type *s*-triazine, en particulier l'atrazine, ainsi que certains de leurs produits de décomposition se prêtent à la détection par cette technique. Un DI de l'atrazine simplifierait les travaux de surveillance de l'eau souterraine comme de surface en vue de la détection de ces herbicides. Comme les échantillons qui proviennent du milieu nécessitent normalement moins de purification, si besoin est, pour un dosage immunologique qu'il n'en faut pour un dosage selon les méthodes

classiques, la technique de dépistage proposée pourrait accélérer l'inclusion de l'atrazine dans la liste des substances visées par les programmes de surveillance. Il est proposé d'utiliser le DI de l'atrazine comme technique de dépistage qui viendrait compléter, non remplacer, les dosages classiques. Les échantillons positifs au DI seraient soumis au dosage par les méthodes classiques. Cependant, comme le DI de l'atrazine réduirait le nombre d'échantillons nécessitant une analyse coûteuse et lente, il se trouverait à contribuer à abaisser le coût de la détermination de la présence et de la mesure des concentrations, des tendances et des effets sur le milieu de l'atrazine trouvée dans les plans d'eau douce.

Les objectifs initiaux du projet étaient les suivants :

- Obtenir des anticorps anti-atrazine; un transfert de technologie entre le fabricant et le Centre canadien des eaux intérieures (CCEI) était souhaité. À supposer que les anticorps n'aient pu être disponibles, la production d'anticorps polyclonaux chez des lapins néo-zélandais blancs était prévue.

- Marquer un dérivé de l'atrazine à l'^{125}I ou employer une enzyme marquée et vérifier la capacité des anticorps produits ou achetés de se fixer à l'enzyme.

- Mettre au point et évaluer une méthode de DI.

Les auteurs ont pris contact avec les chercheurs les plus éminents dans le domaine. Aucun d'entre eux n'était en mesure de fournir les anticorps cherchés. À ce point dans nos démarches, nous avons trouvé deux sources d'anticorps anti-atrazine. Les entreprises sont ImmunoSystems et Westinghouse; les deux sont situées aux États-Unis. En consultant les chercheurs des deux entreprises, nous avons appris que les entreprises ne vendaient pas d'anticorps anti-atrazine, mais qu'elles faisaient la mise en marché de trousses de DI. Les trousses de dix échantillons produites par chaque entreprise se vendent environ 225 $ CAN au détail. Par conséquent, nous avons décidé d'évaluer ces trousses afin de juger de leur utilité.

Méthode. **Le dosage d'ImmunoSystems** se fait en tube. Des anticorps anti-atrazine sont fixés aux parois de tubes de plastique. Un conjugat échantillon à analyser + enzyme (peroxydase de raifort) et l'échantillon, qui peut contenir de l'atrazine, sont mis en présence dans le tube. Au cours d'une incubation de 5 minutes, l'atrazine et l'atrazine-enzyme sont en concurrence pour occuper les sites de fixation des anticorps. L'échantillon est alors retiré par rinçage. Ensuite, le substrat et le chromogène sont introduits dans le tube. L'enzyme fixée à l'anticorps convertit le substrat en un composé qui fait passer le chromogène au bleu. Plus la couleur est claire, plus il y a d'atrazine dans l'échantillon. Les résultats peuvent être lus par observation directe ou, encore, une partie aliquote de 500 µL peut être transférée dans un micropuits et être mesurée par spectrophotométrie.

Le dosage de Westinghouse est une technique de microtitrage (plaques de 96 puits). De l'atrazine fixée à une protéine est appliquée aux parois des puits. L'antisérum et l'échantillon sont ajoutés dans les puits, et les plaques sont incubées; durant la période d'incubation, les anticorps se fixent à l'atrazine immobilisée; cette réaction est inhibée par toute atrazine libre dans l'échantillon. Les anticorps libres et l'échantillon sont ensuite enlevés par rinçage des puits. Dans l'étape suivante, des gamma-globulines antilapin marquées à la phosphatase alcaline sont ajoutées dans les

puits; les plaques sont incubées à nouveau. Après rinçage de l'enzyme libre des puits, le substrat est ajouté dans les puits; la conversion du substrat est déterminée par spectrophotométrie au moyen d'un lecteur de microplaques.

Une version sur microplaques de la trousse d'**ImmunoSystems**, récemment annoncée, a aussi été évaluée avant sa mise en marché pour le compte du fabricant.

Résultats et analyse. Le dosage en tubes d'**ImmunoSystems** a des résultats prometteurs. À partir de solutions étalons de laboratoire, il a été possible de détecter l'atrazine en concentration de 0,1 ppb, au cours d'un essai de dix minutes, sans extraction ou purification de l'échantillon. Certains problèmes de variabilité ont été étudiés et résolus. Ce dosage a été couplé à une méthode classique d'extraction et de purification; la limite de détection est passée à une concentration de l'ordre de picogrammes par litre.

On procédera à une évaluation ultérieure des trousses qui comprendra quatre étapes :

1) la performance du dosage avec des étalons de laboratoire;

2) la performance du dosage avec de l'eau enrichie de lacs et de rivières;

3) la performance du dosage avec des extraits enrichis d'eau de lacs et de rivières;

4) la performance du dosage avec différents échantillons (environ 70) d'eau naturelle contaminée à la triazine; ces échantillons sont également dosés par la méthode classique. La Direction générale des eaux intérieures, région de l'Ontario, ainsi que le Laboratoire national d'analyses de la qualité des eaux participent à cette évaluation.

Grâce au **dosage sur microplaques d'ImmunoSystems**, on a obtenu une limite de détection de 12,5 ppt sans peine. On a obtenu une excellente courbe dose-effet entre 12,5 et 50 ppt. On a également dosé un ensemble de 15 échantillons d'eau naturelle. Les échantillons provenaient de divers endroits et contenaient de l'atrazine en différentes concentrations. Les résultats de DI sont en bon accord avec ceux de la CG (coefficient de corrélation de 0,94).

D'autres essais sur cette trousse sont prévus. Les résultats de cette étude ont été communiqués à ImmunoSystems Inc. pour aider cette entreprise à mettre son produit au point.

Une **technique de préparation rapide des échantillons** a été mise au point pour les DI. On prévoit de terminer la validation de cette méthode et, auxiliairement, d'assurer son interface avec l'essai de dépistage. Pour l'instant, la main-d'oeuvre est le facteur limitant. Durant la deuxième moitié de 1988, un technicien à contrat a participé aux recherches en laboratoire.

Les résultats préliminaires de cette recherche ont été présentés à l'atelier BIOQUAL 88 et au colloque 89 de mise au point des méthodes de la Direction des services de laboratoire (Environnement) et de l'Institut national de recherche sur les eaux (Environnement).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

J. Sherry
INRE
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4813

4. APPLICATION DE L'ACÉTYLCHOLINESTÉRASE À LA DÉTECTION DES EFFETS D'INSECTICIDES ORGANOPHOSPHATÉS EN CONCENTRATION SUBLÉTALE SUR LES INVERTÉBRÉS AQUATIQUES

(Kristin E. Day et Ian Scott, INRE, Burlington, Ontario)

Introduction. Les insecticides organophosphatés peuvent contaminer l'eau de surface par suite d'une application destinée à combattre les insectes piqueurs ou d'une application accidentelle, par les retombées atmosphériques, par l'érosion des sols, par le transport dans les effluents industriels ou l'eau d'égout ou, encore, par les déversements. Les invertébrés aquatiques qui vivent dans ces eaux de surface risquent d'être exposés aux insecticides à une concentration qui varie entre une toxicité létale aiguë et une concentration sublétale. Il a toujours été difficile d'établir des corrélations entre la présence de résidus d'insecticides trouvés dans l'eau à proximité de zones traitées et des effets sublétaux sur les invertébrés; on doit mettre au point des essais diagnostiques qui rendent possible une corrélation des réactions provoquées par les substances toxiques et l'état des organismes aquatiques.

Les insecticides organophosphatés agissent comme des poisons neurotoxiques en bloquant les relais synaptiques au niveau de l'acétylcholine. L'interruption de la transmission de l'influx nerveux est produite par une accumulation massive du médiateur chimique, l'acétylcholine (ACH), qui est normalement hydrolysé par l'enzyme acétylcholinestérase (ACHE). Les composés organophosphatés se fixent sur les sites actifs de l'ACHE et empêchent l'accomplissement de l'hydrolyse de l'ACH. L'inhibition de l'activité de l'ACHE, considérée en combinaison avec la présence de résidus chimiques dans les tissus des poissons et des oiseaux, a servi d'instrument de diagnostic pour l'intoxication par les composés organophosphatés; cependant, peu d'études ont porté sur les effets de ces insecticides sur la teneur en ACHE chez les invertébrés aquatiques.

L'objectif de cette recherche est la mise au point d'une méthode pour mesurer la concentration d'ACHE chez les invertébrés aquatiques exposés à des insecticides organophosphatés en faible concentration et la détermination de la valeur des changements observés comme indicateurs biochimiques de la toxicité sublétale.

Méthode. Pour la présente étude, nous nous sommes procuré plusieurs types d'invertébrés aquatiques de taille variée qui ont été obtenus en élevage dans des laboratoires ou prélevés dans des cours d'eau de la région, notamment des cladocères (*Daphnia magna*), des perles, des amphipodes (*Hyalella azteca*), des isopodes, des éphémères communes et des phryganes. On a fait plusieurs essais *in vitro* et *in vivo* (de 24 à 72 h) d'exposition aux insecticides organophosphatés azinophos-méthyl, chloropyrifos et fénitrothion. La concentration d'ACHE a été déterminée par une technique de microdosage dérivée de la méthode Ellman.

Résultats et analyse. On n'a pas observé de différence significative dans la concentration d'ACHE chez des animaux ou dans des homogénats de tissus exposés aux trois insecticides organophosphatés en concentration sublétale, peu importe la concentration utilisée dans l'essai. Ces résultats semblent indiquer que l'utilisation de la teneur en ACHE chez les invertébrés aquatiques exposés aux insecticides organophosphatés à faible concentration ne constitue pas un bon outil diagnostique de la toxicité sublétale.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Kristin Day
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4659

5. ISOMÉRISATION PHOTOCHIMIQUE ET CHIMIQUE DE LA DELTAMÉTHRINE

(R.J. Maguire)

Introduction. La deltaméthrine, un insecticide pyréthroïde très efficace, est homologuée au Canada et appliquée à plusieurs cultures. La contamination des cours d'eau et des étangs situés à proximité des terrains traités est à éviter à cause de la forte toxicité de la deltaméthrine chez les organismes aquatiques. C'est pourquoi des zones tampons de 15 et de 100 m sont très communément aménagées entre les secteurs traités et l'eau lorsque la deltaméthrine est appliquée à partir du sol ou à partir des airs, respectivement. Malgré ces précautions, de la deltaméthrine peut dériver jusque dans l'eau; c'est pourquoi il est nécessaire de déterminer la persistance et l'évolution de ce composé dans l'eau. Les études antérieures n'ont pas fait la distinction entre les divers isomères de la deltaméthrine, qui ont une activité différente. Il existe huit stéréoisomères possibles (c.-à-d. des isomères optiques) de la deltaméthrine; seuls le composé parent, qu'on appelle la 1-deltaméthrine, et, dans une moindre mesure, la 3-deltaméthrine sont actifs, du moins contre les mammifères et les insectes. Les analyses achirales antérieures ont peut-être conduit à une surestimation de la concentration des stéréoisomères actifs de la deltaméthrine. Une description complète de la dynamique de ce composé dans le milieu nécessite donc la détermination de la présence des huit stéréoisomères.

L'objectif de cette étude était d'appliquer une méthode chirale d'analyse (c.-à-d. une méthode qui permet d'établir la distinction entre les différents stéréoisomères) de la deltaméthrine afin de déterminer quels isomères sont produits chimiquement et photochimiquement dans l'eau naturelle et donc d'obtenir une estimation plus précise de la persistance des isomères actifs.

Méthode. Nous nous sommes procuré des étalons de qualité analytique de la 1-deltaméthrine et des sept autres stéréoisomères chez un fabricant. Les analyses ont été faites par chromatographie en phase liquide à haute performance avec détection spectrophotométrique sur matrices de diodes et au moyen d'une colonne de (R)-N-3,5-dinotrobenzoylphénylglycine chirale. Nous avons effectué en triple les essais de la mesure de l'isomérisation de la 1-deltaméthrine dans une eau naturelle, à l'obscurité comme à la lumière du soleil. Des expériences additionnelles ont été effectuées sur l'hexane, sur de minces pellicules sur verre et sur des feuilles de pomme de terre. Des témoins adéquats ont été utilisés dans tous les cas.

Résultats et analyse. Les analyses chirales (activité optique) par chromatographie en phase liquide à haute performance ont montré que la 1-deltaméthrine dans l'eau naturelle et à l'obscurité est sujette à une isomérisation cis/trans qui produit de la 2'-deltaméthrine, un isomère sans effet sur les souris et les insectes et probablement les organismes aquatiques. L'exposition au rayonnement solaire de la 1-deltaméthrine appliquée en une mince pellicule sur du verre et sur des feuilles de pomme de terre, dans l'eau naturelle et dans l'hexane, produit de la 2'-deltaméthrine et de la 3'-deltaméthrine, qui est moins active, ainsi que de la 4'-deltaméthrine, qui est inerte. Bref, la persistance des résidus actifs de deltaméthrine dans les écosystèmes aquatiques est probablement inférieure à ce

que des analyses achirales antérieures avaient déterminé.

Même si on peut considérer que l'isomérisation de la 1-deltaméthrine est au moins un mécanisme de détoxification partielle chez les mammifères et les insectes, on doit poursuivre la recherche sur la toxicité des isomères de la deltaméthrine chez les organismes aquatiques avant d'affirmer qu'il en va de même pour les écosystèmes aquatiques.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

R.J. Maguire
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4776

6. MISE AU POINT DE MÉTHODES DE TRAITEMENT AVEC LE 1,2-DICHLOROPROPANE ET LE 1,3-DICHLOROPOPÈNE

(M.A. Forbes, Laboratoire national d'analyses de la qualité des eaux, Burlington, Ontario)

Introduction. Les nématodes phytoparasites, souvent de taille microscopique, prolifèrent dans les sols sableux, poreux et chauds de nombreuses régions agricoles. On considère que ces organismes sont des ravageurs importants des cultures puisque, lorsqu'il se produit de grandes infestations, ils peuvent détruire les systèmes racinaires en développement et nuire à la vigueur de la plante, ce qui se traduit par une réduction de la récolte, parfois même supérieure à 50 % si aucune mesure n'est adoptée.

Le 1,2-dichloropropane ainsi que le 1,3-dichloropropène sont des liquides très volatils qui sont solubles dans l'eau; ils sont largement utilisés comme intermédiaires chimiques industriels, dans les décapants de peinture, comme agents de dégraissage et comme produits de nettoyage à sec; ce sont aussi des produits de fumigation du sol pour la lutte contre les nématodes.

La première, la société *Dow Chemical*, a mis en marché ces produits en 1943; cependant, c'est à partir de 1977 que les ventes de ces composés comme pesticides (particulièrement aux États-Unis) ont augmenté de façon spectaculaire; cela est attribuable à l'interdiction d'utiliser le DBCP (1,2-dibromo-3-chloropropane) qui était largement utilisé jusqu'à cette date.

Le dernier recensement sur l'utilisation des pesticides en Ontario a révélé que le 1,2-dichloropropane et le 1,3-dichloropropène ne sont devancés que par l'atrazine; $1{,}3 \times 10^6$ kg ont été appliqués en 1983 dans la région de culture du tabac en Ontario.

Le 1,3-dichloropropène est le principal ingrédient actif sur le plan biologique dans les traitements de fumigation des sols; le 1,2-dichloropropane est un sous-produit de fabrication. On connaît peu de chose de la toxicité aiguë et chronique du 1,2-dichloropropane pris isolément puisque la plupart des références citent des mélanges de 1,2-dichloropropane et de 1,3-dichloropropène, les deux composés étant modérément toxiques chez les mammifères et les organismes aquatiques. Les études de toxicité ont montré que le 1,2-dichloropropane est moins toxique que le 1,3-dichloropropène et qu'il est un nématicide moins efficace que l'autre.

L'évolution postapplication des deux composés est donc de première importance. La vaporisation des produits dans le sol et dans l'eau ainsi que la diffusion dans le sol, à l'origine de la contamination de l'eau souterraine, constituent les principaux mécanismes de dispersion de ces composés dans le milieu. Il a été établi que le 1,2-dichloropropane reste stable pendant des années dans certains sols, mais certains résultats indiquent qu'une biodégradation peut se produire dans certaines conditions de concentration du produit et de présence et de densité d'espèces microbiennes. Par ailleurs, le 1,3-dichloropropène peut être hydrolysé dans le sol et produire de l'alcool 3-chloroallylique; cet alcool est moins mobile que le propène, ce qui est peut-être attribuable à sa capacité de se fixer à certains sols.

Étant donné l'utilisation intensive et continue du 1,2-dichloropropane et du 1,3-dichloropropène, nous avons pris comme

objectif de l'étude de mettre au point des méthodes sensibles et fiables d'analyse régulière de ces composés.

Méthode. Avec du benzène isotopiquement marqué comme étalon interne, du 1,2-dichloropropane et du cis- et trans-1,3-dichloropropène ont été injectés dans de l'eau purgée d'air pour constituer des échantillons enrichis, ont été extraits par pulvérisation hors de solution sur du Tenax au moyen d'un appareil à purge et à piège à gaz, désorbés dans un piège à azote liquide, vaporisés, séparés par chromatographie en phase gazeuse et dosés par un détecteur ionique.

Résultats et analyse. La séparation chromatographique des composés volatils a été réalisée sans problème sur une colonne capillaire DB-5 à silice fondue de 30 cm. La température initiale a été fixée à 35 °C à cause de la volatilité élevée des composés. Avec une température finale de 250 °C, on s'assurait que toutes les fractions volatiles seraient chassées. Des blancs passés en même temps que les échantillons enrichis ne paraissaient pas contaminés.

Les résultats correspondant aux quatre pics ont été enregistrés en mode de balayage complet. Par l'intégration de la surface sous la courbe des pics correspondant aux ions 84, 63 et 75, il a été possible de doser, dans l'ordre, le benzène-D6, le 1,2-dichloropropane ainsi que le cis- et le trans-1,3-dichloropropène.

La cueillette des résultats en mode de balayage complet permet d'examiner les spectres de chaque composé, ce qui a permis en outre d'incorporer les résultats obtenus dans une bibliothèque des spectres qui sert à la détermination de la composition de mélanges complexes.

Une série d'échantillons enrichis à 1,0 et 2,0 µg/L a été passée afin de déterminer la récupération ainsi que les limites de détection. Ces limites étaient de 0,17, 0,13 et 0,11 µg/L pour le 1,2-dichloropropane, le cis- et le trans-1,3-dichloropropène, respectivement.

Cette méthode simple et répétable a déjà été appliquée à l'analyse d'eau souterraine recueillie dans des régions de l'Ontario où ces produits de fumigation ont été appliqués.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

M.A. Forbes
Laboratoire national d'analyses de la qualité des eaux
867 Lakeshore Road
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4577

7. PESTICIDES DANS L'EAU DE PLUIE DU SUD DE L'ONTARIO (John Struger, C.H. Chan et M. Wong)

Introduction. On a avancé l'hypothèse voulant que la pluie puisse transporter les pesticides du point d'application jusqu'à des réseaux aquatiques. Nous n'avons pu trouver que deux études où il est question de la présence de résidus de pesticides agricoles en usage dans l'eau de pluie. Afin d'étudier cette hypothèse, nous avons effectué une surveillance des principaux herbicides appliqués aux cultures en rangées (c.-à-d. le maïs et le soya) dans le sud de l'Ontario, à partir d'une seule série d'observations des précipitations sur l'île Pelée. On a tenté de détecter les herbicides suivants : triazine (atrazine), acétanilide (métolachlore) et chlorophénoxyacides (2,4-D et MCPA).

Méthode. On a fait une surveillance bimensuelle des précipitations humides sur l'île Pelée entre juin et octobre 1988. Cette année-là, six lots d'échantillons ont été soumis à un dépistage exploratoire par chromatographie gazeuse et spectrographie de masse (CG/SM); les échantillons provenaient de l'île Pelée, du parc provincial Sibley (Thunder Bay) et de South Beymouth (île Manitoulin).

Résultats et analyse. On a tenté de détecter 15 herbicides différents dans les précipitations; aucun n'a été détecté durant les quatre mois qu'a duré l'étude. Le dépistage exploratoire par CG/SM n'a permis de déterminer avec certitude la présence d'aucun herbicide neutre ou phénoxyacide. Bien que les herbicides neutres n'aient été détectés dans aucun échantillon, un certain nombre d'hydrocarbures l'ont été, notamment l'alpha-hexachlorobenzène et plusieurs hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). En 1989, la station d'échantillonnage a été transportée à l'île Sainte-Anne près de Wallaceburg, Ontario, afin d'être plus représentative qu'avant des conditions trouvées dans une région productrice de maïs et de soya.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

John Struger
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Ontario
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4966

8. ATRAZINE ET MÉTOLACHLORE DANS L'EAU DE RUISSELLEMENT AGRICOLE (John Struger et John Fischer)

Introduction. La contamination de l'eau de ruissellement par des résidus de pesticides est un problème commun à beaucoup de régions agricoles de l'Amérique du Nord. De grandes quantités d'atrazine et de métolachlore sont utilisées pour la culture du maïs et du soya dans la partie sud de l'Ontario, notamment dans le bassin hydrologique de la rivière Thames. Avec la collaboration de la *Upper Thames River Conservation Authority* (UTRCA), la Direction de la qualité des eaux, région de l'Ontario, a entrepris une étude qui vise à déterminer la nocivité potentielle des herbicides neutres et des phénoxyacides trouvés dans un petit bassin hydrologique jumelé de Kintore Creek, près de Thamesford en Ontario.

Méthode. Deux types d'échantillons ont été prélevés dans le cours d'eau : à intervalles réguliers de deux semaines et en période de précipitations lorsque le débit du cours d'eau augmentait.

Des échantillons d'eau ont été prélevés avec un échantillonneur d'eau automatique ISCO (modèle 2700) équipé de bouteilles d'échantillonnage en verre. Les épisodes étaient couverts pendant 12 heures, ce qui correspondait à huit intervalles d'échantillonnage. Sept herbicides neutres et huit phénoxyacides étaient dosés. D'autres renseignements étaient recueillis, notamment la composition chimique de l'eau et l'écoulement. Des échantillons de sédiments ont été prélevés; les herbicides neutres ainsi que les pesticides organochlorés qu'ils pouvaient contenir ont été dosés.

Chaque propriétaire foncier du bassin hydrologique a rempli un questionnaire qui portait sur l'utilisation des pesticides, ce qui nous a fourni des renseignements sur les cultures de plein champ et les types de pesticides appliqués à l'intérieur du bassin hydrologique.

Le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, l'UTRCA et la Direction de la qualité des eaux ont également évalué le potentiel de pêche dans les deux branches du ruisseau Kintore.

Notre recherche a également été coordonnée avec deux autres projets de K. Day, de la Direction de la recherche sur les cours d'eau de l'Institut national de recherche sur les eaux à Burlington; ce chercheur voulait déterminer quels effets pouvait avoir le travail de la terre selon des méthodes de conservation, par rapport aux méthodes classiques, sur la productivité du périphyton et des invertébrés trouvés dans les cours d'eau.

Résultats et analyse. Les résultats obtenus ne sont pas aussi concluants qu'on l'aurait souhaité en raison de la sécheresse inaccoutumée qui a sévi dans la région au printemps et à l'été de 1988. Il y a eu seulement deux épisodes importants de précipitations durant l'été. Au cours du premier, le 22 juillet, on a trouvé du métolachlore (32 µg/L au maximum) et de l'atrazine (11 µg/L au maximum) dans le cours d'eau. Tous les échantillons prélevés dans la branche Est au cours de cet épisode (travail de la terre selon des méthodes classiques) contenaient de l'atrazine et du métalochlore; l'atrazine était régulièrement trouvée en concentration supérieure, alors

que seulement quatre des huit échantillons provenant de la branche Ouest (travail du sol selon des méthodes de conservation) contenaient des herbicides en concentration détectable. Dans la branche Ouest, le métolachlore était trouvé en concentration supérieure à celle de l'atrazine, et, en outre, les deux herbicides étaient trouvés en concentration supérieure aux concentrations observées dans la branche Est.

Les échantillons d'eau prélevés aux deux semaines dans les deux branches du cours d'eau ont confirmé l'existence d'une contamination importante par l'atrazine appliquée durant la saison de croissance précédente, ce qui porte à croire que l'atrazine ne se décompose pas complètement d'une année à l'autre. Les échantillons instantanés pris dans un bassin hydrologique où se trouvent des champs irrigués par tuyaux révèlent un mouvement de l'atrazine dans le sol ou dans l'eau souterraine au cours des périodes de faible précipitation.

Vingt-deux pesticides différents (surtout des herbicides) ont été appliqués sur ces bassins hydrologiques. Les taux d'application, les superficies et des renseignements sur les cultures ont également été recueillis.

Cette étude s'est également poursuivie en 1989-1990. Les renseignements recueillis sont utiles à la détermination des pesticides préoccupants sur le plan de la qualité de l'eau; avec ce qu'ils nous apprennent des effets possibles des herbicides agricoles, ils servent à Agriculture Canada qui s'est engagé dans son processus de réévaluation de ces composés.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

John Struger
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Ontario
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4966

9. RÉPERCUSSIONS BIOLOGIQUES DU RUISSELLEMENT SUR DES TERRES AGRICOLES TRAVAILLÉES SELON DES MÉTHODES CLASSIQUES OU DES MÉTHODES DE CONSERVATION : EFFETS SUR LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE ET SECONDAIRE

(Kristin E. Day et Rosanna Sallenave, INRE, Burlington, Ontario)

Introduction. Le ruissellement agricole est l'un des facteurs qui contribuent aux sources de contamination non ponctuelles des écosystèmes aquatiques. Au Canada et aux États-Unis, on a observé ces dernières années que le travail réduit ou nul de la terre sont des pratiques de plus en plus populaires (c.-à-d. toute méthode qui laisse au moins de 20 à 30 % de la surface du sol protégée par des résidus de culture). Le travail de la terre selon des méthodes de conservation offre de nombreux avantages, notamment une protection contre l'érosion du sol par l'atténuation du ruissellement et celle des charges en matières nutritives entraînées dans les bassins hydrologiques. Cependant, on fait également valoir que ce travail de la terre peut nécessiter un usage accru de pesticides, notamment d'herbicides, pour la lutte contre les mauvaises herbes et les insectes, ce qui pourrait se traduire par une augmentation de la concentration de pesticides dans l'eau de ruissellement entraînée dans les bassins hydrologiques.

Peu d'études ont comparé, dans des conditions de travail proches de la réalité, la concentration de pesticides dans l'eau de ruissellement de terrains travaillés selon des méthodes de conservation et de terrains préparés par des méthodes classiques. En outre, on connaît mal les effets écotoxicologiques de cette eau de ruissellement sur les écosystèmes aquatiques contigus à des terres agricoles; on devra mettre au point des techniques pour la surveillance de ces effets sur le terrain.

Par conséquent, l'objectif de notre recherche est d'assurer la surveillance de la concentration de pesticides (atrazine et métolachlore) et d'éléments nutritifs dans l'eau de ruissellement de terres agricoles soumises à un travail de la terre selon des méthodes classiques ou selon les méthodes de conservation, dans le sud-ouest de l'Ontario; nous voulons aussi comparer les effets du ruissellement sur la croissance et la productivité d'algues fixées (périphyton) et d'invertébrés benthiques trouvés dans deux bassins hydrologiques secondaires contigus.

Méthode. Les données recueillies dans les deux bassins secondaires ont été obtenues à partir des régimes suivants d'échantillonnage :

a) Des substrats artificiels pour le périphyton, soit des tuiles de céramique non glacée, ont été déposés à différents endroits dans les deux bassins secondaires au cours des saisons de croissance de 1988 et de 1989. La croissance du périphyton sur ces tuiles a été mesurée par des échantillonnages périodiques qui consistaient à détacher une partie de la biomasse algaire par grattage des quatre tuiles qui constituaient chaque station; le poids sans cendre était calculé, la chlorophylle *a* était dosée, et la composition taxonomique était déterminée.

b) Des échantillons quantitatifs (échantillons Surber répétés), prélevés

tous les mois entre mai 1988 et juillet 1989 selon la méthode de la fréquence des tailles, ont servi à l'évaluation de la productivité secondaire annuelle des communautés d'invertébrés benthiques (*Hydropsyche* spp. et *Chemopsyche* spp.)

c) La Direction de la qualité des eaux, région de l'Ontario, à Burlington, ainsi que la *Upper Thames River Conservation Authority* ont prélevé les échantillons d'eau qui ont servi au dosage des résidus de pesticides et à celui des matières nutritives (phosphore total, phosphore réactif soluble, nitrates-nitrites et matières en suspension). Des échantillons d'eau ont été prélevés lorsqu'il s'est produit des ruissellements d'averse grâce aux échantillonneurs d'eau automatiques de l'ISOC. Le dosage des résidus de pesticides dans l'eau a été fait au Laboratoire national d'analyses de la qualité des eaux à Burlington, Ontario.

Résultats préliminaires et analyse. À cause de la grave sécheresse qui a régné dans le sud de l'Ontario au printemps et à l'été, il y a eu très peu de périodes de ruissellement durant la campagne agricole de 1988. Les données de la campagne de 1989 ne sont pas encore disponibles. Cependant, des résultats préliminaires obtenus à partir d'échantillons bimensuels d'eau sembleraient indiquer que la concentration d'atrazine était légèrement supérieure dans l'eau du bassin hydrologique secondaire où la terre était travaillée par des méthodes classiques même s'il y a eu davantage de pesticides, en concentration supérieure, utilisés dans l'autre région. Dans la majorité des échantillons recueillis tout au cours de l'année, le métolachlore n'a pas été détecté.

La croissance du périphyton sur les tuiles de céramique non glacée ainsi que la biomasse d'invertébrés dans les deux bassins secondaires semblent indiquer que la productivité des biotes animaux et végétaux est supérieure dans le bassin où le travail de la terre se fait par des méthodes de conservation. Cela peut indiquer qu'il y a moins de produits agrochimiques qui sont appliqués. Cependant, les matières nutritives (phosphore et nitrites-nitrates) ont été trouvées en concentration supérieure dans l'eau du bassin secondaire soumis à un travail de la terre selon des méthodes de conservation; ces matières peuvent favoriser la prolifération des algues et de la faune associée. Un rapport détaillé sera présenté en 1991.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Kristin Day
Institut national de recherche sur les eaux
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4659

10. NÉMATICIDES DANS L'EAU DE SURFACE ET L'EAU SOUTERRAINE DU BASSIN HYDROLOGIQUE DE BIG CREEK (John Merriman et John Struger)

Introduction. Les nématicides sont constitués de façon à être mobiles dans le sol et l'eau afin de protéger la rhizosphère contre les ravageurs. Les sols poreux, sableux et qui ont une faible capacité au champ sont ceux qui sont menacés des problèmes les plus graves; c'est dans ce type de terrain que les possibilités d'un lessivage jusqu'à l'eau de surface ou l'eau souterraine sont les plus fortes. Big Creek se trouve dans la grande région de culture du tabac de l'Ontario, qui est caractérisée par des sols sableux qui ont une faible capacité de rétention d'eau. Selon le dernier relevé d'utilisation des pesticides en Ontario, le 1,2-dichloropropane et le 1,3-dichloropropène se sont classés juste derrière l'atrazine pour la quantité utilisée, soit plus de 1,3 million de kilogrammes en 1983. Le 1,3-dichloropropène est le principal ingrédient à activité biologique dans ces produits de fumigation des sols, alors que le 1,2-dichloropropane est un sous-produit de fabrication.

En 1989, la Direction de la qualité des eaux, région de l'Ontario, s'est engagée dans une étude qui visait à déterminer la présence ou l'absence de 1,2-dichloropropane et de 1,3-dichloropropène dans le bassin hydrologique de Big Creek. Étant donné le caractère fortement volatil de ces composés, on ne savait pas si on trouverait ceux-ci dans l'eau de surface ou dans l'eau souterraine. Le premier objectif de l'étude était de déterminer les concentrations dans le milieu ainsi que la distribution spatiale de ces composés et aussi de rapprocher ces renseignements d'autres données sur l'utilisation des terres de façon à ce qu'on puisse mettre au point un plan de surveillance en permanence du bassin hydrologique. Ce projet nous fournira des précisions sur les concentrations dans l'eau; ces résultats pourront être utiles à Agriculture Canada lors de la réévaluation de l'homologation de ces pesticides.

Méthode. Des échantillons ont été prélevés à sept stations, soit quatre d'eau de surface et trois d'eau souterraine. Ils ont été collectés dans des bouteilles en verre de 40 mL enduites d'une couche de support en Téflon, et l'eau a été analysée selon la technique de purge et de piège. L'échantillonnage hebdomadaire a commencé à la fin d'avril, avant l'application du 1,2-dichloropropane et du 1,3-dichloropropène; la fréquence a été portée à deux prélèvements par semaine durant la période d'application de l'insecticide dans la région (deuxième et troisième semaines de mai). Cette cadence a été gardée jusqu'à la troisième semaine de mai; ensuite, on a repris les échantillons hebdomadaires jusqu'à la mi-juin. Il y eut un autre prélèvement en juillet. L'échantillonnage s'est déroulé sous différentes conditions climatiques, notamment durant des périodes de sécheresse et durant et après des épisodes de précipitations. Un échantillon en double était prélevé chaque fois.

Résultats et analyse. Durant la période d'échantillonnage, le 1,2-dichloropropane n'a été détecté dans aucun des échantillons au-delà de la limite de détection de 0,16 µg/L. Il n'y a rien d'étonnant à cela, car cette substance est un sous-produit de la fabrication du 1,3-dichloropropène et elle est trouvée en très faible concentration dans la formulation.

L'ingrédient actif, le 1,3-dichloropropène, qui comprend des isomères cis et trans, a été observé à quatre des sept stations. Il a été trouvé seulement dans l'eau de surface et n'a dépassé le seuil de détection dans aucune des stations d'eau souterraine. Il a varié en concentration de 0,15 à 4,12 µg/L (total de cis et trans). Les limites de détection sont de 0,12 et de 0,14 µg/L pour les 1,3-dichloropropène cis et trans, respectivement.

Le 1,3-dichloropropène était présent en concentration détectable durant l'application des produits de fumigation des sols ou très peu de temps après celle-ci. Après le 18 mai 1989, ce produit n'était plus trouvé en concentration détectable, ce qui donne tout lieu de croire qu'il n'est pas très persistant dans les cours d'eau.

Le 1,3-dichloropropène est généralement trouvé en concentration supérieure dans les stations situées en amont, c'est-à-dire dans de petits effluents du Big Creek et à proximité des cultures de tabac, à comparer aux stations situées en aval, qui se trouvent hors de la région de culture du tabac mais qui sont encore sous son influence.

Cette étude pilote montre que les produits de fumigation des sols peuvent être détectés dans les cours d'eau par des prélèvements effectués au moment propice. Les composés qui nous intéressaient ne restent pas longtemps dans l'eau. La mise sur pied d'un programme de surveillance du bassin hydrologique nécessite d'autres recherches; on peut envisager de chercher d'autres ingrédients actifs dans les produits de fumigation des sols.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

John Merriman
Direction de la qualité des eaux
Région de l'Ontario
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4962

11. BIOACCUMULATION ET BIODÉGRADATION DU TRIBUTYLÉTAIN (Y.K. Chau, INRE, P.T.S. Wong, Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques, et D. Liu, INRE)

Introduction. Le tributylétain est surtout utilisé dans les peintures antisalissures pour les bateaux et les quais, comme agent de préservation du bois et comme produit antimoisissures dans les tours de refroidissement. L'utilisation du tributylétain est réglementée au Canada, mais de récents travaux mentionnent la présence de dérivés de ce composé dans des saumons élevés dans des enclos marins en Colombie-Britannique et des poissons dans des ports de l'Ontario (Whitby et Oshawa); cette situation préoccupe beaucoup Pêches et Océans Canada ainsi qu'Environnement Canada. On a également signalé des effets toxiques du tributylétain sur les huîtres en France et au Canada.

L'objectif de cette étude était de déterminer les voies de circulation aquatique du tributylétain en déterminant sa bioaccumulation et sa biodégradation chez des moules en cages placées dans des secteurs portuaires pollués ainsi qu'au laboratoire avec des sédiments contaminés.

Méthode. Les expériences avec des moules en cages (*Elliptio complanata*) ont été effectuées dans les ports de Whitby et d'Oshawa. Des expériences ont été faites parallèlement au laboratoire par exposition de moules à des sédiments contaminés. Les études sur la biodégradation ont été faites au laboratoire avec des fermenteurs à cyclone en milieu aérobie et en milieu anaérobie, en fonction de différentes concentrations de matières nutritives. Une technique de chromatographie en phase gazeuse et de spectrophotométrie d'absorption atomique (CG/SAA) a été appliquée à la détermination des composés du butylétain dans les sédiments et dans les moules.

Résultats et analyse. Les travaux sur la biodégradation ont été complétés, et les résultats ont été publiés.

Au laboratoire, l'accumulation de tributylétain dans les moules a atteint un maximum de 24 ng • g^{-1} avec le sédiment du port de Whitby qui contenait de 66 à 100 ng • g^{-1}. La concentration de tributylétain dans les sédiments d'Oshawa était faible (de 32 à 38 ng • g^{-1}); l'accumulation par les moules n'était pas importante. Le taux et le niveau d'accumulation sont en corrélation positive avec la concentration de tributylétain dans les sédiments.

Dans les deux stations du port de Whitby, l'accumulation de tributylétain par les moules était supérieure à ce qu'elle était dans le port d'Oshawa. Dans les stations du port intérieur, les taux étaient de 2,1 et de 0,7 ng • d^{-1}, respectivement, pour Whitby et Oshawa sur une période d'exposition de 140 jours. Les facteurs de concentration dans les tissus des moules, par rapport à l'eau, variaient entre $4,8 \times 10^3$ et $18,5 \times 10^3$. Les facteurs de concentration par rapport aux sédiments variaient de 0,1 à 10,0 dans le port d'Oshawa, et de 2,5 à 18,1 dans le port de Whitby.

Cette enquête a aussi indiqué que le tributylétain dans les sédiments des ports contaminés est accessible aux moules.

Références

Tian, Shizhong, Chau, Y.K. et D. Liu. «Biodegradation of Bis (tri-*n*-butyltin) Oxide», *Applied Organometallic Chemistry*, *3* : 249-255 (1989).

Chau, Y.K., Wong, P.T.S., Bengert, G.B. et J. Yaromich. «Bioaccumulation of Butyltin Compounds by Mussels in Harbours», document soumis à Chemical Speciation and Bioavailability (1989).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Y.K. Chau
Institut national de recherche sur les eaux
C.P. 5050
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4814

12. BIODÉGRADATION DES CONTAMINANTS DANS LES RÉSEAUX HYDROLOGIQUES (D. Liu, Y.K. Chau et B.J. Dutka)

Introduction. De récents progrès accomplis en écotoxicologie ont montré que le sort et le comportement des contaminants dans le milieu dépendent largement de la dégradabilité et de la toxicité de ces composés. Par conséquent, il est possible d'obtenir une approximation de l'effet possible d'un composé sur le milieu par la seule analyse des données sur la biodégradabilité et la toxicité.

Cette étude avait pour objectif d'étudier systématiquement, sur un système d'écoulement modèle en laboratoire, la biodégradation et la toxicité des contaminants et des pesticides portés sur la liste des substances prioritaires, avec insistance sur les mécanismes et processus de biodégradation, les produits de biotransformation et les facteurs qui agissent sur l'activité biologique et la persistance des contaminants.

Méthode. Deux essais biologiques sensibles, simples et rapides ont été mis au point afin de déterminer la toxicité chimique des composés qui sont solubles dans l'eau et de ceux qui ne le sont pas. Le mécanisme de la biodégradation du pentachlorophénol a été évalué dans le fermenteur à cyclone, celle du tributylétain sur un modèle à circulation de 40 L. La nature des produits de décomposition a été déterminée par chromatographie gazeuse (CG) et chromatographie gazeuse d'absorption atomique (CGAA).

Résultats et analyse. Cinq pesticides (carbaryl, fénitrothion, toxaphène, 2,4-D et 2,4,5-T), cinq chlorophénols et quatre organoétains ont notamment servi à la mise au point des deux essais biologiques [1,2]. Les deux méthodes peuvent servir au dépistage des substances toxiques et aux études de l'activité en fonction de la structure. En ce qui concerne la recherche sur la biodégradation, notre étude sur les pentachlorophénols indique que la cinétique du premier ordre ne permet pas seule de prédire avec précision le sort d'une substance chimique persistante dans le milieu. Au moment de la conception d'une expérience portant sur la décomposition biologique en laboratoire, il faut tenir compte des facteurs qui peuvent influencer la biodégradabilité des composés dans le milieu[3]. Il a été constaté que l'oxyde de bis(tri-*n*-butylétain) est biodégradable en milieu aérobie comme en milieu anaérobie; il a une demi-vie de cinq et de trois jours dans ces conditions, respectivement. La dégradation se fait selon un processus de désalkylation séquentielle[4].

Références

1. Liu, D., Chau Y.K. et B.J. Dutka. «Rapid Toxicity Assessment of Water-soluble and Water-insoluble Chemicals Using a Modified Agar Plate Method», *Water Research, 23* : 333-339 (1989).

2. Liu, D. «A Rapid and Simple Biochemical Test for Direct Determination of Chemical Toxicity», *Toxicity Assessment, 4* : 399-404 (1989).

3. Liu, D. «Biodegradation of Pentachlorophenol and its Commercial Formulation», *Toxicity Assessment, 4* : 115-127 (1989).

4. Tian, S., Chau, Y.K. et Liu, D. «Biodegradation of bis(tri-*n*-butyltin) Oxide», *Applied Organometallic Chemistry*, *3* : 249-255 (1989).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Dickson Liu
Institut national de recherche sur les eaux
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4576

13. DYNAMIQUE DES PESTICIDES À BASE DE BENZOTHIAZOLE DANS LE MILIEU

(Brian G. Brownlee, Direction de la recherche sur les cours d'eau, INRE, et John H. Carey, Direction de la recherche sur les lacs, INRE)

Introduction. Le 2-(thiocyanométhylthio) benzothiazole (TCMTB), un fongicide, est l'une des substances envisagées pour le remplacement des chlorophénols utilisés pour la protection du bois et comme agents de conservation. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a annoncé récemment l'adoption de règlements qui vont probablement conduire à l'élimination progressive du chlorophénol dans l'industrie de l'exploitation forestière de cette province. Cependant, il existe très peu de renseignements sur le TCMTB ainsi que sur ses éventuels produits de décomposition en milieu aquatique. Cette étude vise à combler cette lacune.

Les travaux préliminaires sur l'hydrolyse, la photolyse, la solubilité dans l'eau et le partage octanol-eau et sédiments-eau du TCMTB ont été terminés en 1988-1989.

Méthode. Le TCMTB n'est pas assez stable pour être analysé par chromatographie gaz-liquide, mais il peut être analysé par chromatographie liquide à haute performance (CLHP). Tous nos travaux ont été faits sur une colonne à polarité de phase inversée de 25 cm (C_{18}) et avec une phase mobile constituée d'acétonitrile-eau (50:50, v/v); la détection se faisait à 280 nm.

Les travaux d'hydrolyse ont été faits dans des solutions tamponnées, et la disparition du TCMTB a été suivie par analyse directe au moyen de la CLHP.

Les travaux de photolyse ont été faits dans des solutions tamponnées exposées directement au soleil. La disparition du TCMTB et la détermination des produits a été faite par analyse directe au moyen de la CLHP.

La solubilité dans l'eau a été déterminée par saturation d'une solution de TCMTB ajoutée sous forme solide dans l'eau distillée et par détermination de sa concentration à l'équilibre au moyen de la CLHP.

Le coefficient de partage octanol-eau (K_{ow}) a été déterminé par agitation d'une solution de TCMTB dans du 1-octanol saturé en eau elle-même saturée en 1-octanol et par la détermination de la concentration dans les deux phases.

Le partage sédiments-eau a été étudié par agitation d'une solution aqueuse de TCMTB avec un échantillon de particules en suspension provenant d'un cours d'eau du sud de l'Ontario. Les particules ont été recueillies, extraites, et le TCMTB qu'elles contenaient a été dosé.

Résultats et analyse. **Hydrolyse**. Dans une solution tampon de Tris 0,005 M à 24 °C et à pH 8,0, la constante d'hydrolyse de pseudo-ordre I est de 0,004 h^{-1} (demi-vie d'environ 180 h). Cependant, le Tris paraît accélérer le taux d'hydrolyse, ce qui signifie que le TCMTB dans une eau naturelle s'hydrolyse probablement plus lentement qu'au cours de nos expériences. Le TCMTB serait modérément persistant dans un milieu naturel (de 5 à 25 °C, pH : de 7 à 8).

L'hydrolyse du TCMTB a donné du 2-mercaptobenzothiazole (MBT) en quantité mesurable.

Photolyse. Le TCMTB dans une solution tampon phosphatée à pH 6 s'est rapidement photodégradé à l'exposition au soleil. Deux produits de réaction ont été détectés par CLHP. Le MBT a été produit en quantité d'environ 50 % et le benzothiazole, en quantité d'environ 5 %.

Solubilité dans l'eau. La solubilité du TCMTB dans l'eau pure était de 40 mg/L à 24 °C et de 16 mg/L à 5 °C. Sa solubilité dans une eau naturelle (carbone organique dissous = 8 mg/L) était la même, peu importe la température.

Partage octanol-eau. Le $\log_{10} K_{oe}$ du TCMTB dans l'eau pure était de 3,12, et de 3,15 dans une eau naturelle (à 24 °C dans les deux cas).

Partage sédiments-eau. Dans cette expérience, aucun TCMTB n'a pu être détecté dans les sédiments. Cependant, certains résultats indiquaient la possibilité que le TCMTB soit hydrolysé en MBT à cause de la très forte concentration de sédiments qui a été utilisée (1 g/L).

Sommaire. La solubilité dans l'eau et le coefficient de partage octanol-eau nous apprennent que le TCMTB risque peu de s'accumuler de manière importante dans les organismes ou de se fixer fortement à des sédiments. À pH 7-8 dans l'eau naturelle, il se peut que la photolyse soit une voie de décomposition plus importante que ne le serait l'hydrolyse. Cette question doit être étudiée davantage.

Il serait également utile de mettre au point des méthodes sensibles de dosage du TCMTB dans l'eau, dans les sédiments et dans les tissus des poissons de manière à ce qu'on puisse mesurer la concentration de ce composé dans les milieux d'eau récepteurs. Que cette recherche soit urgente se trouve confirmé par un déversement récent de TCMTB dans l'eau du Fraser.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Brian G. Brownlee
Direction de la recherche sur les cours d'eau
Institut national de recherche sur les eaux
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 336-4706

14. SURVEILLANCE ANNUELLE DES NIVEAUX DE CONTAMINATION ET DES EFFETS BIOLOGIQUES SUR LES OISEAUX PISCIVORES DES GRANDS LACS : I. NIVEAU DE CONTAMINATION DES OEUFS DU GOÉLAND ARGENTÉ

(D.V. Chip Weseloh)

Introduction. Au début des années 70, on a constaté la nécessité d'un programme permanent de surveillance à long terme de la contamination de la faune des Grands Lacs. Un programme a été lancé en 1974; tous les ans, on analysait les oeufs de goélands pour y détecter la présence d'un nombre élevé de composés organochlorés. Ce programme est toujours en vigueur; il en est à sa quinzième année. Grâce aux résultats obtenus, on a pu suivre l'évolution de la contamination chez la faune et on a pu corroborer des études semblables faites à d'autres niveaux de la chaîne trophique.

L'étude avait pour objectifs de déterminer deux points :

1) les tendances dans l'espace (l'ensemble des Grands Lacs) et dans le temps (à long terme) de la concentration de certains contaminants dans les oeufs du Goéland argenté;

2) soumettre pour publication une mise à jour de la concentration de contaminants chez le Goéland argenté mesurée dans des colonies qui servent à la surveillance annuelle.

Méthode. Des oeufs frais de Goéland argenté, pris dans les 13 mêmes colonies choisies dans l'ensemble des Grands Lacs et des chenaux qui les relient, sont prélevés et analysés chaque année.

Résultats et analyse. La concentration des cinq contaminants importants (DDE, dieldrine, mirex, HCB et BPC) dans les oeufs du Goéland argenté prélevés en 1988 témoigne d'une augmentation légère, mais générale. Dans 88 % des cas, il y a eu augmentation de la concentration ou aucun changement par rapport à 1987. Ces résultats ne trahissent pas nécessairement une tendance à la hausse, mais peuvent être plutôt le reflet de la fluctuation annuelle qu'on observe dans les oeufs du Goéland argenté (p. ex., en 1987, la concentration de la plupart des composés avait diminué). Les concentrations de 1988 demeurent bien en-dessous de celles qui ont été enregistrées au commencement de la décennie.

Sur le plan géographique, le lac ou le chenal le plus contaminé par chacun des composés sont les suivants : DDE et dieldrine (lac Michigan), mirex (lac Ontario), HCB et BPC (rivière Détroit). La distribution observée depuis plusieurs années se trouve confirmée davantage.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Chip Weseloh
Service canadien de la faune
C.P. 5050
Centre canadien des eaux intérieures
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 968-7251

15. SURVEILLANCE ANNUELLE DES NIVEAUX DE CONTAMINATION ET DES EFFETS BIOLOGIQUES SUR LES OISEAUX PISCIVORES DES GRANDS LACS : II. ANOMALIES CONGÉNITALES OBSERVÉES CHEZ DES CORMORANS À AIGRETTES (CA) EMBRYONNAIRES ET NÉONATAUX

(Jim Ludwig, *Ecological Research Services**, et D.V. Chip Weseloh, Service canadien de la faune)

Introduction. On sait qu'il se produit des anomalies congénitales chez certaines espèces fauniques qui habitent les régions fortement contaminées par des produits chimiques. Le Cormoran à aigrettes semble être l'une des espèces apparemment les plus susceptibles. La fréquence d'apparition de ce type d'anomalies (bec croisé) chez les jeunes cormorans éclos est de plus de 50 par 10 000 dans la région de Green Bay, lac Michigan; dans les autres régions, le taux est de 6 à 10 par 10 000.

L'objectif de cette étude était la détermination de la fécondité et du pourcentage d'éclosion des oeufs ainsi que de la fréquence, de l'étape du développement embryonnaire et du taux réel d'incidence des anomalies observées chez le Cormoran à aigrettes des Grands Lacs.

Un autre objectif était de mesurer la fréquence d'apparition des anomalies dans le développement au commencement et à la fin de la couvaison, par examen physique des oeufs et par comparaison des résultats obtenus avec ceux tirés à partir d'embryons dont on avait détecté la mort par le détecteur de viabilité des embryons.

Méthode. Des oeufs de cormorans, vivants ou pas, ont été ouverts à différentes étapes de la couvaison comme après la couvaison dans une colonie d'essai située sur le lac Ontario ainsi que dans une colonie témoin du lac Winnipegosis. L'âge de l'embryon, le degré de développement des anomalies congénitales ainsi que l'importance de la population des reproducteurs ont été évalués.

Résultats et analyse. Plus de 80 % des oeufs examinés dans les deux colonies avaient un développement normal. Cependant, le taux d'infécondité et la fréquence d'apparition d'embryons anormaux étaient deux fois plus élevés chez les sujets du lac Ontario que chez les sujets du lac Winnipegosis. Par rapport au commencement de la couvaison, on a détecté beaucoup plus d'embryons anormaux vers la fin. La fréquence d'apparition des déformations du bec chez les cormorans éclos des deux colonies était de 10,4 et de 4,8 par 10 000, respectivement. Lorsque les Grands Lacs et le lac Winnipegosis sont considérés comme des plans d'eau distincts, les taux passent à 4,9 et à 10,4 par 10 000, respectivement. Le taux supérieur observé dans le lac Winnipegosis est une anomalie qu'on ne parvient pas encore à expliquer.

Dans les lacs Ontario et Érié ainsi que dans la partie canadienne des lacs Huron et Supérieur, nous avons dénombré 10 653 nids de cormorans. En 1987, il y avait à peine plus de 8 000 nids dans la même région, soit un accroissement d'environ 29 %. Cette augmentation spectaculaire de la population des cormorans des Grands Lacs, qui a commencé à la fin des années 70, se poursuit toujours.

* *The Academy Center*
512 N. Lincoln
Bay City, Michigan
48708, U.S.A.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.V. Chip Weseloh
Service canadien de la faune
C.P. 5050
Centre canadien des eaux intérieures
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 968-7251

16. SURVEILLANCE ANNUELLE DES NIVEAUX DE CONTAMINATION ET DES EFFETS BIOLOGIQUES SUR LES OISEAUX PISCIVORES DES GRANDS LACS : III. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES GOÉLANDS ARGENTÉS ET DES STERNES DE FORSTER DANS LE COULOIR DES RIVIÈRES DÉTROIT ET SAINTE-CLAIRE (D.V. Chip Weseloh)

Introduction. Lorsque des populations fauniques se révèlent être dans un état qu'on associe souvent à une forte contamination par des composés chimiques, il importe d'étudier la situation de près. Chez le Goéland argenté de l'île Fighting, dans la rivière Détroit, la durée de la ponte est périodiquement prolongée, les oeufs disparaissent et, à l'occasion, le succès de la reproduction est abaissé. De la même façon, on a observé un mauvais taux d'éclosion et un taux de reproduction amoindri chez la Sterne de Forster dans la baie Green, ce qui a été mis en rapport avec des concentrations précises de contaminants. Nous avons pour objectif d'étudier la population de Goélands argentés sur l'île Fighting et celle de la Sterne de Forster sur l'île Walpole (la plus importante de l'Ontario), afin d'étudier la situation et d'obtenir des résultats chiffrés avec plus de précision.

L'objectif de l'étude était de déterminer les paramètres de la biologie de la reproduction chez le Goéland argenté de l'île Fighting et chez la Sterne de Forster de l'île Walpole.

Méthode. Les colonies d'oiseaux nicheurs ont été inspectées tous les jours. Des oeufs frais ont été prélevés et soumis à des analyses des contaminants. Le dénombrement dans les nids, l'incidence de la prédation et l'évolution des oeufs ont été notés; les intervalles de ponte ont été calculés.

Résultats et analyse. Les intervalles de ponte, la synchronie des colonies, le nombre d'oeufs éclos et les soins parentaux apportés par le Goéland argenté de l'île Fighting en 1988 sont des paramètres qui s'inscrivaient à l'intérieur de la plage normale de variations chez cette espèce. Cependant, la prédation a été très intense; plus de 25 % des nichées ont été complètement ou partiellement détruites. La prédation par les rats musqués et le Tourne-pierre roux a été observée; il y avait des couleuvres fauves, mais rien n'indique qu'elles exerçaient une prédation.

Le fait que les Sternes de Forster sont venues nicher très tôt et la difficulté d'obtenir les permis pour se rendre sur l'île nous ont obligés à abandonner l'étude qui était prévue sur l'île Walpole.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.V. Chip Weseloh
Service canadien de la faune
C.P. 5050
Centre canadien des eaux intérieures
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 968-7251

17. FAUNE ET PESTICIDES AGRICOLES DANS LE SUD DE L'ONTARIO : PARAMÈTRES DE LA BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES HIRONDELLES, DES MERLES BLEUS ET DES CRÉCERELLES QUI NICHENT PRÈS DES POMMERAIES LE LONG DE L'ESCARPEMENT DE NIAGARA

(D.V. Chip Weseloh)

Introduction. Les pommeraies comptent parmi les cultures de l'Ontario qui sont le plus traitées aux pesticides; on peut même y appliquer un produit ou l'autre à la fréquence d'une fois par semaine. Il est donc logique de se tourner vers elles pour constater des effets nocifs que les pesticides agricoles pourraient avoir sur la faune. C'est pourquoi on a proposé la tenue d'une étude intensive sur le terrain d'une durée de deux ans; on comptait surveiller les oiseaux, les mammifères, le lombric et les populations d'insectes exposés à des traitements aux pesticides dans les pommeraies du sud de l'Ontario.

Les objectifs de l'étude consistaient à déterminer :

1) les paramètres de la biologie de la reproduction dans les nichoirs de populations d'Hirondelles bicolores, de Merles bleus à poitrine rouge et de Crécerelles américaines qui vivent à proximité de pommeraies situées dans la communauté urbaine d'Hamilton-Wentworth;

2) la concentration de composés organochlorés dans les oeufs des espèces susmentionnées;

3) l'utilité comparative des trois espèces susmentionnées comme indicatrices de l'exposition à des produits agrochimiques organophosphatés;

4) la faisabilité d'un programme de surveillance chimique ou biologique à long terme des répercussions des produits agrochimiques modernes sur la faune.

Méthode. Les données sur le terrain ont été recueillies et analysées à contrat.

Résultats et analyse. Le succès de la nichée et la croissance des poussins des Merles bleus et des hirondelles dans les nichoirs situés à l'intérieur des pommeraies ont été compilés dans un rapport préparé à contrat. Cependant, il n'y a aucune donnée relative à la crécerelle, car un seul des nichoirs a été occupé. Les calendriers d'arrosage ont été communiqués par les fermiers qui ont accepté de collaborer à l'étude. Un deuxième rapport présente un résumé des renseignements obtenus sur l'utilisation des pesticides par les fermiers ainsi qu'une analyse préliminaire des données relatives au succès des nichées. Les résultats indiquent que la proportion d'oeufs d'Hirondelles bicolores qui n'ont pas éclos a pu être supérieure dans les pommeraies où il était fait usage de pesticides. L'échantillonnage inadéquat interdit toute comparaison du genre dans le cas des Merles bleus. Les données relatives aux nichées ont encore été recueillies en 1989-1990, afin d'accroître l'échantillonnage au point où des conclusions valables pourront être tirées. La teneur en acétylcholinestérase n'a pas été mesurée, ce qui aurait permis d'évaluer les effets sublétaux des composés

organophosphatés; cependant, d'autres prélèvements ont été prévus.

La teneur en composés organochlorés des oeufs prélevés et regroupés en échantillons composites a été mesurée par le Centre national de la recherche faunique. Les résultats pour l'ensemble des trois espèces (hirondelle, Merle bleu et crécerelle) ont montré que la teneur en DDE dans les oeufs qui proviennent de la péninsule de Niagara est fortement supérieure à celle des autres secteurs d'échantillonnage dans le sud et le centre de l'Ontario.

Il faudra attendre les résu'ats de la deuxième année de cueillette des données pour évaluer l'utilité de ces espèces comme indicatrices des effets agricoles.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.V. Chip Weseloh
Service canadien de la faune
C.P. 5050
Centre canadien des eaux intérieures
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

(416) 968-7251

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DE L'OUEST ET DU NORD
(Alberta, Saskatchewan, Manitoba et Territoires du Nord-Ouest)

1. PROJET D'ALIMENTATION DE L'AQUIFÈRE D'ELIE (Wendy Tibbatts, Environnement Canada, et Dennis Brown, Environnement Manitoba)

Introduction. La municipalité d'Elie, dans la municipalité rurale de Cartier au Manitoba, s'alimente à même une petite lentille d'eau de grande qualité qui est superposée à un grand aquifère d'eau salée de qualité nettement inférieure. À mesure que la demande en eau s'accroît dans la région, ce petit aquifère s'épuise, et de l'eau saumurée en provenance du grand aquifère remonte et vient graduellement abaisser la qualité de l'eau de la lentille puisque l'alimentation naturelle ne parvient pas à compenser les prélèvements d'eau. Il y a plusieurs années, il fut proposé de dévier une partie de l'eau de la rivière La Salle, qui passe à proximité; à l'époque, la gravière qui est superposée à la lentille a été reliée à la rivière grâce à des fossés et des canaux tubulaires. Cependant, le projet a été arrêté lorsqu'on a découvert que l'eau de la rivière La Salle était contaminée par des pesticides à l'état de traces, notamment durant le ruissellement printanier. À ce moment-là, c'était la seule période de l'année où une alimentation artificielle de l'aquifère pouvait être considérée, car, plus tard dans la saison, le débit de la rivière était imprévisible, spécialement durant les années de sécheresse.

Depuis, la dérivation partielle de la rivière Assiniboine, plus importante, a augmenté le débit de la rivière La Salle; cette dernière est maintenant assurée d'un débit l'année durant. De fait, le débit est tel qu'il y aurait assez d'eau pour alimenter artificiellement la lentille à la fin de l'été et au début de l'automne si on pouvait trouver une période durant laquelle l'eau n'est pas contaminée par des pesticides, présumément longtemps après l'application printanière des herbicides et l'application estivale des insecticides, mais avant l'application d'automne.

Cette étude vise à atteindre deux objectifs. D'abord, déterminer s'il existe un «créneau» d'eau de bonne qualité dans la rivière La Salle à la fin de l'été et au début de l'automne; l'eau doit être exempte d'une contamination par les pesticides pour qu'on puisse alimenter artificiellement l'aquifère d'Elie. Ensuite, déterminer l'effet de la dérivation de l'eau de la rivière Assiniboine sur la qualité de l'eau de la rivière La Salle.

Méthode. Du 29 août au 15 septembre 1988, des échantillons ont été prélevés trois fois par semaine afin que soient déterminés les paramètres inorganiques et physiques généraux, les paramètres microbiologiques ainsi que les dosages d'herbicides et d'insecticides. Durant cette période, des pompes installées temporairement sur la rivière La Salle ont pompé de l'eau dans le fossé de drainage comme cela serait fait si on procédait à une alimentation artificielle, mais avec un ouvrage de retenue au dernier point de dérivation jusqu'à la gravière. Cette simulation reproduit le plus fidèlement possible, sans le déversement de l'eau dans la zone d'alimentation, une opération d'alimentation artificielle. La station située le plus en amont se trouvait sur la rivière Assiniboine, juste devant la station de pompage de l'eau dans un fossé conduisant à la rivière La Salle; la deuxième et la troisième stations étaient situées sur la rivière La Salle; enfin, la dernière était située dans le fossé de drainage d'alimentation juste devant l'ouvrage de retenue. Les pompes qui chassaient l'eau dans le fossé d'alimentation ont été arrêtées après le

15 septembre 1988, et des échantillons bimensuels ont été prélevés aux trois premières stations seulement. Des échantillons destinés au dosage des herbicides ont été prélevés une fois dans l'aquifère durant la période d'étude, dans trois puits d'observation qui étaient déjà en place.

Résultats et analyse. En ce qui concerne la plupart des paramètres inorganiques et physiques, on observe que l'écoulement en amont de l'eau correspond à une amélioration de la qualité de l'eau. Tous les paramètres se trouvaient à répondre aux Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada; cette eau est de meilleure qualité que l'eau brute prélevée dans le puits. La concentration en nitrate, notamment, était régulièrement sous la limite de détection à la dernière station. La couleur de l'eau a été le paramètre qui a fait exception; elle résulte probablement de la circulation lente de l'eau dans les fossés remplis de plantes et d'herbes sèches. La dureté de l'eau excédait les recommandations, mais elle n'était pas plus élevée que celle de l'eau brute, qu'il faut déjà adoucir.

Contre toute attente, les paramètres microbiologiques ont été inexplicablement élevés; l'alimentation artificielle ne pourrait avoir lieu si c'était toujours le cas. On étudie actuellement ces résultats.

Aucun insecticide n'a été détecté durant la période d'échantillonnage. Le triallate, un herbicide, a été détecté quatre fois durant la même période (de 0,176 à 1,191 µg/L), soit du 11 au 27 septembre 1988. Le 2,4-D a été détecté une fois, le 11 octobre 1988 (1,407 µg/L). Aucun autre pesticide n'a été détecté dans l'eau de surface bien qu'on ait trouvé une contamination de l'aquifère par le bromoxynil (0,098 µg/L). Cela vient confirmer les résultats du ministère de l'Environnement du Manitoba voulant que du bromoxynil soit présent dans l'aquifère depuis quelques années. Il semble bien y avoir eu un créneau qui correspondait à un risque réduit de contamination par des pesticides, depuis le commencement de la période d'échantillonnage intensif (29 août 1988) jusqu'au 8 septembre 1988. Cette période suffirait pour alimenter la municipalité en eau pour une année. Il n'est pas assuré que ce créneau se présenterait au même moment tous les ans et qu'il serait sans risque.

Cette étude servira aux organismes décisionnaires (ministère de l'Environnement, Commission de l'approvisionnement en eau et ministère de la Santé du Manitoba) qui auront à déterminer si on peut envisager une alimentation artificielle et quel prétraitement pourrait être nécessaire. Si la solution d'une alimentation artificielle est écartée, il faudra trouver d'autres moyens de répondre à la demande en eau; ceux-ci seront beaucoup plus coûteux, et on devra y venir d'ici trois ans ou moins.

Une ébauche du rapport est en cours de révision.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Wendy Tibbatts
Bureau du district du Manitoba
Protection de l'environnement
Environnement Canada
269, rue Main, 5e étage
Winnipeg (Manitoba)
R3C 1B2

(204) 983-7788

2. SURVEILLANCE DU DÉPÔT DE DELTAMÉTHRINE APPLIQUÉE PAR AÉRONEF SUR DES TERRES HUMIDES DES PRAIRIES

(D.J. Forsyth, Service canadien de la faune, Saskatoon, et D.C.G. Muir, Pêches et Océans Canada, Winnipeg)

Introduction. Il est probable que les insecticides comme la deltaméthrine et d'autres (carbaryl et chlorpyrifos), qui sont très toxiques chez les invertébrés aquatiques, pénètrent dans l'eau des bourbiers des Prairies par dépôt direct et par dérive du nuage. Les pilotes responsables de la pulvérisation peuvent difficilement ou ne peuvent pas éviter les nombreux petits bourbiers épars. Il a été établi que la deltaméthrine conduit à un abaissement d'au moins 95 % des populations d'invertébrés qui entrent dans l'alimentation des canetons; par conséquent, ces derniers se voient obligés de se transporter dans d'autres bourbiers, qui pourraient être aussi pauvres en invertébrés que les précédents. Il n'existe pas de données portant sur le degré d'évitement des petits plans d'eau par les pilotes dans les terres en culture.

Cette étude avait pour objectif la détermination de la contamination des bourbiers par la deltaméthrine appliquée par aéronef.

Méthode. Une série de 50 terres humides situées dans des champs de colza canola a été déterminée au cours d'inspections en automobile des régions de culture du colza canola de la Saskatchewan. Lorsque les pulvérisations aériennes ont commencé à la mi-juillet pour lutter contre la fausse teigne des crucifères, on a téléphoné aux fermiers qui avaient des champs de colza canola où on trouvait des terres humides afin d'établir s'ils avaient ou non traité ou pensaient traiter leurs cultures. Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les bourbiers exposés à un traitement.

Résultats et analyse. Étant donné l'extrême sécheresse, il a été très difficile de trouver 50 bourbiers dans les champs de colza canola. À cause de la chaleur qui y régnait, la deltaméthrine n'était pas l'insecticide le mieux indiqué pour lutter contre la fausse teigne des crucifères. On a rapporté que la région où la plupart des bourbiers avaient été localisés n'a pas été traitée. Des échantillons d'eau ont été prélevés dans trois bourbiers qui ont été traités au malathion. Aucun insecticide n'a été détecté dans les échantillons d'eau. La position des 50 bourbiers localisés dans les terres en culture a été cartographiée pour référence future.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.J. Forsyth
Service canadien de la faune
115 Perimeter Road
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X4

(306) 975-5065

3. ENQUÊTES SUR LES PESTICIDES DANS L'EAU SOUTERRAINE SOUS UN CHAMP IRRIGUÉ PRÈS D'OUTLOOK, SASKATCHEWAN (D. McNaughton, INRH, R. Grover, Agriculture Canada, et W. Nicholaichuk, INRH)

Introduction. M. W. Nicholaichuk de l'Institut national de recherche en hydrologie (INRH), M. J. Whiting du Conseil de recherche de la Saskatchewan ainsi que M. R. Grover d'Agriculture Canada ont uni leurs efforts pour cette étude qui a démarré en 1986. Celle-ci devait initialement porter sur la perte d'herbicides et d'éléments nutritifs dans les champs irrigués. Cependant, au cours d'une inspection de routine de la qualité de l'eau souterraine, les chercheurs ont détecté une concentration mesurable de l'herbicide dicamba dans un puits d'observation de plastique à base d'ABS peu profond.

Durant l'année financière 1987-1988, une étude de l'eau souterraine, en partie subventionnée par l'intermédiaire de *PESTFUND* ainsi que par des fonds attribués aux services votés de l'INRH, a conduit au dépôt d'un rapport provisoire présenté à la direction de *PESTFUND* tôt en 1988. Cette étude, qui avait plutôt une allure d'enquête, portait de façon très générale sur trois régions d'étude distinctes près d'Outlook. On a percé des puits d'observation à deux de ces stations; l'analyse des échantillons d'eau souterraine a été assurée par le laboratoire de M. R. Grover à Regina. Quoique intéressants, les résultats de l'étude ne sont pas concluants, surtout à cause de l'irrégularité dans le temps et dans l'espace de la détection de pesticides dans l'eau souterraine des trois stations et en raison de l'étroitesse de la base de données chronologiques qu'il fut possible de constituer, en l'absence de ressources. Essentiellement, il a fallu étaler ces ressources au point où seule une approche très générale était possible. Il a donc fallu envisager de donner suite à l'étude.

L'étude devrait nous permettre de préciser davantage quelle quantité de pesticides atteint le niveau de l'eau souterraine dans des sols irrigués des Prairies et elle devrait nous aider à comprendre davantage les mécanismes hydrogéologiques qui régissent le mouvement vers le bas des pesticides dans ces conditions. L'irrigation d'un champ tend à accélérer le lessivage des pesticides et à les entraîner jusqu'à la nappe phréatique; d'une certaine façon, on peut dire que la station choisie pour les travaux de 1988-1989 correspond à un scénario du pire des cas possibles.

Méthode. Nous avons eu recours à des techniques classiques d'étude en laboratoire et sur le terrain pour recueillir les données présentées dans cette étude; ce sont notamment des forages, des diagraphies, des mesures limnigraphiques, des dosages chimiques des principaux ions et des pesticides contenus dans des échantillons d'eau ainsi que l'interprétation par modèles des résultats. Au cours de l'été de 1988, d'autres échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans les puits d'observation qui avaient été forés en 1987 à la station Pederson. Afin d'apporter des correctifs aux problèmes créés en 1987 par un nombre trop important de points d'échantillonnage, nous avons couvert un nombre plus réduit de puits d'observation afin d'obtenir davantage d'échantillons dans chaque puits à mesure que progressait la saison de croissance et que l'automne approchait. Les échantillons ont été analysés au laboratoire de M. R. Grover

de la station de recherche d'Agriculture Canada à Regina.

En plus de l'échantillonnage de l'eau souterraine, la Division de la recherche hydrologique de l'INRH a mis en place une série de tensiomètres à aspiration dont les lectures ont été relevées au cours de la même période que les prélèvements d'eau souterraine.

Résultats et analyse. Le programme d'échantillonnage visait à confirmer les résultats tirés des travaux de 1987, qui montraient que, même sous un champ irrigué, il y avait très peu de pesticides observés dans l'eau souterraine et que les concentrations variaient dans l'espace et dans le temps. La détection de pesticides restait assez imprévisible dans le temps comme dans l'espace, mais les résultats de 1988 ont confirmé que le diclofop-méthyl, le bromoxynil et le 2,4-D sont susceptibles d'atteindre la zone saturée dans les conditons de notre étude, malgré que ce soit en concentration faible.

Une bonne corrélation a été établie entre les lectures des tensiomètres et la concentration détectée (des trois mêmes pesticides) en fonction de la profondeur, ce qui révèle que ces composés sont bel et bien entraînés dans la zone non saturée et qu'un mécanisme ou un autre de transport dans la zone non saturée est responsable des irrégularités dans la détection des pesticides dans la zone saturée.

Les hydrogrammes des puits d'observation de la station Pederson ainsi que leur relation avec la géologie sont d'un intérêt particulier. Certains de ces hydrogrammes semblent indiquer un écoulement par des fissures dans des silts superficiels; il est généralement possible d'établir une corrélation entre cette réponse caractéristique et le nombre supérieur de fois que les pesticides ont été détectés dans certains puits d'observation.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

G. Grove
Institut national de recherche en hydrologie (INRH)
11, boulevard Innovation
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5

(306) 975-5735

W. Nicholaichuk
(même adresse)

(306) 975-5748

R. Grover
Agriculture Canada
Station de recherche de Regina
5000 Wascana Parkway
Regina (Saskatchewan)
S4P 3A2

(306) 780-7400

4. RÉÉVALUATION DES PESTICIDES EN USAGE (Miles Constable, Walter Golebiowski et Jayesh Bharadia, Protection de l'environnement, région de l'Ouest et du Nord)

Introduction. La réévaluation est une revue, faite à la lumière des connaissances et des préoccupations modernes, de toutes les utilisations homologuées des ingrédients actifs des pesticides ainsi que des données qui ont étayé ces utilisations. Cette démarche est profondément différente de la revue et de l'homologation d'un nouveau produit. Le but de la réévaluation est le suivant :

1) déterminer et combler les lacunes dans les données, et moderniser certaines bases de données;

2) déterminer et examiner les préoccupations pour la santé ou pour le milieu;

3) assurer une efficacité continue;

4) adopter les mesures réglementaires appropriées afin de retirer du marché des produits qui ne sont plus efficaces ou ne respectent plus les conditions énoncées à l'article 19 de la *Loi sur les produits antiparasitaires*.

L'objectif de cette étude est d'assurer que les pesticides qui sont portés sur la liste des substances prioritaires et qui sont utilisés dans la région ne constituent pas un risque pour le milieu, de la façon dont ils sont présentement appliqués. Lorsqu'il apparaît qu'un pesticide peut constituer un risque pour le milieu, il appartient au bureau régional de signaler ce risque potentiel à l'administration centrale de la Protection de l'environnement (PE) et de faire valoir que cette préoccupation doit être incluse dans le mécanisme de la réévaluation. Il appartiendra au fabricant lui-même ou à Agriculture Canada de répondre à ces préoccupations. La PE doit faire seulement ce qui est nécessaire pour montrer qu'un risque assez sérieux de perturbation du milieu est associé à un pesticide donné.

Méthode. On doit procéder à un dépouillement informatique de la documentation traitant de chaque pesticide (au moyen du réseau Dialogue et des systèmes d'information chimique), afin d'obtenir les données de recherche les plus récentes. Cela devrait permettre de compléter les données sur les pesticides homologués et de déterminer aussi les domaines de graves préoccupations pour le milieu qui sont associés à des pesticides dont la base de données est dépassée.

Tous les pesticides qui ont des bases de données environnementales incomplètes seront étudiés dans un deuxième temps afin de trouver l'information cherchée. C'est seulement à la fin de cette deuxième tentative que l'on pourra préciser si cette lacune est d'importance régionale et si elle mérite d'être communiquée à Ottawa.

L'analyse des données se fait selon quatre techniques fondamentales qui permettent de déterminer les domaines potentiels de préoccupations pour la PE :

- la comparaison de données apparentées;
- l'applicabilité des données aux plaines septentrionales de l'Ouest;

- la comparaison des données de recherche et des données d'homologation;

- l'inexistence de données de recherche et d'homologation.

Les préoccupations soulevées par la revue régionale des données seront divisées en deux groupes : les préoccupations mineures qui pourraient être réglées dans la région par des projets d'évaluation ou de recherche réalisés par la PE ou d'autres organismes, ainsi que les préoccupations qui devraient être réglées par l'industrie ou un groupe de travail composé de représentants de l'industrie et du gouvernement. Les préoccupations qui sont de ressort régional doivent porter sur des aspects mineurs des données écologiques qu'il faut clarifier de manière à établir, à la satisfaction de la PE, si le pesticide en cause constitue ou non un risque pour le milieu. L'attribution du travail à un organisme donné est une question de négociation et de mandat de la PE et des autres organismes régionaux de Conservation et Protection (C et P). Des organismes de C et P ne doivent s'engager dans aucun programme important de recherche pour prouver qu'un composé chimique est sans danger; c'est la responsabilité du fabricant. Les préoccupations qui mettent nettement en cause la responsabilité des fabricants seront communiquées à l'administration centrale de la PE qui transmettra le dossier à Agriculture Canada. Les mesures à prendre devront être négociées entre le personnel de l'administration centrale de la PE et celui d'Agriculture Canada.

Résultats et analyse. À ce jour, on a préparé des rapports sur l'acide méthylchlorophénoxyacétique (MCPA), le glyphosate, le difenzoquat, le triallate, le pentachlorophénol et la créosote. On prépare des rapports sur le diméthoate, le carbaryl et le chlorpyrifos.

Le MCPA est un herbicide largement utilisé dans les Prairies à cause de son efficacité continue et de son bas prix. Il n'y a pas de préoccupation écologique majeure liée à ce composé; cependant, il faut moderniser la base de données en ce qui a trait à la toxicité aiguë et chronique de ce composé chez une variété d'organismes aquatiques, ce qui devrait permettre de vérifier si les mesures de toxicité précédemment calculées sont précises. Il n'y a pas assez de programmes de surveillance des pesticides dans l'air et dans l'eau souterraine; cependant, ce n'est pas un problème spécifique relié au MCPA.

Le glyphosate (Roundup, Vision, Sidekick, Clear-It) est un herbicide populaire de plus en plus utilisé dans les Prairies à des fins agricoles, forestières et domestiques. Ce composé est fortement toxique chez la plupart des plantes, à l'exception des conifères (épinettes, pins, sapins, etc.); il est idéal pour les applications forestières. Il est très peu toxique chez toutes sortes d'animaux. Toute quantité qui atteint le sol y est fixée très fermement; l'herbicide se trouve ainsi inactivé et ne se lessive pas. Sur le plan écologique, cet herbicide ne suscite pas de préoccupation majeure. Les essais en forêt ont permis de prouver sans l'ombre d'un doute que la création de zones tampons le long des cours d'eau permet d'éviter toute contamination de l'eau lorsque le glyphosate est appliqué à des fins forestières. Il reste à définir avec une meilleure précision les taux de dégradation typiques dans les sols agricoles et forestiers des Prairies et à déterminer la toxicité chez les communautés microbiennes terricoles. Le glyphosate se décompose lentement dans les sédiments d'eau douce; heureusement, c'est un herbicide peu toxique qui n'est pas lessivé hors des sédiments une fois qu'il y est fixé.

Le dosage des glyphosates dans le milieu est un problème majeur : il est lent, difficile et coûteux.

Le difenzoquat* (Avenge) est un herbicide populaire qui est utilisé pour la répression de la folle avoine dans les cultures céréalières. Il existe tellement peu de données écologiques qui se rapportent à ce composé dans la documentation scientifique qu'il a été impossible de procéder à une évaluation de son comportement. Il semble être peu toxique chez la plupart des animaux terrestres et aquatiques. Il est fermement lié au sol et c'est pourquoi il est peu sujet à l'évaporation ou au ruissellement, malgré sa longue persistance. En général, on peut dire qu'il reste beaucoup de travail à faire sur le difenzoquat afin de déterminer son comportement dans le milieu.

Le triallate (Avadex BW) est un herbicide populaire qui est utilisé pour la répression de la folle avoine dans les cultures céréalières. Il a beaucoup perdu de sa popularité ces dernières années, peut-être à cause de l'apparition d'herbicides de remplacement et d'une consommation moins importante de pesticides par les fermiers qui connaissent des années difficiles. Le triallate est fortement toxique chez les organismes aquatiques de tout genre, mais il n'est pas très toxique chez les mammifères et les oiseaux. Sa présence a été décelée dans de nombreux petits cours d'eau des régions rurales, dans les précipitations et dans l'air. Il est lié fortement au sol jusqu'à ce qu'il soit exposé à la pluie; alors, des quantités considérables sont évaporées. Les données de toxicité chronique indiquent que le triallate est fortement toxique chez les arthropodes aquatiques; il reste à déterminer s'il constitue une menace pour la faune aquatique. Dans les régions rurales, la création de zones tampons le long des cours d'eau doit probablement atténuer la contamination d'habitats précieux pour la faune. Des indications voulant qu'il y ait une bioaccumulation de triallate dans le poisson fourrage nécessite la tenue d'autres recherches qui éclairciraient la situation. Dans les régions irriguées, la contamination de l'eau souterraine nécessite également la tenue d'autres recherches.

Le pentachlorophénol (PCP) est un agent de conservation du bois qui est utilisé principalement pour la protection du bois d'oeuvre industriel. Des restrictions récentes ont limité son application aux produits de bois industriels. La contamination du PCP par des dibenzodioxines et des furanes polychlorés a créé d'importants remous dans les organismes dont le mandat porte sur l'environnement, car certaines formes de dioxines et de furanes sont extrêmement toxiques. Cependant, aucune forme de 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine n'a été trouvée dans le PCP vendu au Canada. Ce dernier est un produit extrêmement toxique chez tous les organismes aquatiques : des cas de mortalité massive de poissons en Colombie-Britannique ont été attribués au PCP et au PCP sodique. La toxicité de ce composé chez d'autres animaux est modérément élevée, mais ne constitue pas une préoccupation majeure, car le principal problème associé à l'utilisation du PCP demeure la contamination des cours d'eau et de l'eau souterraine par les installations de traitement du bois. Agriculture Canada a préparé des stratégies d'atténuation des risques attribuables au PCP. Environnement Canada a préparé des lignes directrices qui

---

* Le nom commun de «Avenge» est difenzoquat méthylsulfate.

seront applicables dans les installations de traitement du bois, afin d'éliminer les problèmes de contamination de l'eau. Des pourparlers sont en cours avec l'industrie du traitement du bois au sujet de la mise en oeuvre de ces lignes directrices.

La créosote est un agent de conservation du bois qui est composé de 300 à 10 000 substances différentes : bon nombre sont fortement toxiques, et certaines sont mutagènes. La créosote constitue un mélange tellement complexe d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, d'acides du goudron, de bases du goudron et de différentes autres fractions du pétrole qu'il est impossible de caractériser correctement son comportement dans le milieu. Chaque composé chimique du mélange a son propre comportement dans le milieu attribuable à ses propres caractéristiques chimiques. Les utilisations permises comprennent la préservation du bois massif industriel et des traitements curatifs pour les traverses de chemin de fer et le bois d'oeuvre. Les organismes qui s'occupent d'environnement sont fortement préoccupés par le fait que l'utilisation ininterrompue de la créosote peut constituer un risque inacceptable pour le milieu. Par le passé, des pratiques négligentes dans les traitements appliqués au Canada ont entraîné des risques pour l'environnement. La *Loi sur les produits dangereux* réglemente le traitement du bois à la créosote. La créosote est homologuée en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* comme agent pesticide de conservation du bois. Les déchets imprégnés de créosote font partie du groupe 2 de la Liste des substances prioritaires de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) et, à ce titre, ils feront l'objet d'une évaluation. Environnement Canada a préparé des lignes directrices pour le traitement du bois à l'intention de l'industrie et envisage actuellement d'en imposer l'application. Des travaux faits par Environnement Canada et l'Institut canadien du bois traité sont prévus; l'objectif est d'évaluer les conditions observées actuellement dans les usines de traitement du bois et de déterminer les améliorations à apporter pour éviter la contamination de ces lieux.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Miles Constable
Protection de l'environnement
Région de l'Ouest et du Nord
Environnement Canada
4999, 98e avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3

(403) 468-8038

5. EFFETS DES FORMULATIONS DE PESTICIDES SOUS FORME D'APPÂTS DE SON SUR DES ORGANISMES NON VISÉS

(B.H. Thompson, Environnement Canada, Bureau de district de l'Alberta, Edmonton)

Introduction. L'objectif de ce projet réalisé de concert avec Agriculture Canada est d'évaluer les coûts et avantages écologiques de ce nouveau mécanisme d'application des pesticides destiné à contrer les pullulations de criquets dans les Prairies. Voici le point sur le projet :

1) les essais sur le terrain avec l'appât au son de carbaryl est terminé, et les résultats sont analysés;

2) un essai d'alimentation de souris en laboratoire est terminé, et les résultats sont analysés (trois formulations);

3) deux essais d'exposition de ténébrions sont complétés, et les résultats sont analysés (trois formulations);

4) deux essais d'exposition de découpeuses sont complétés, et les résultats sont analysés (trois formulations);

5) une méthode d'élevage en laboratoire et d'exposition de *Folsomia* (collemboles) a été mise au point, et une colonie a été établie en laboratoire;

6) cinq essais biologiques sur des poissons sont terminés, et les résultats sont analysés;

7) un essai de mobilité sur *Daphnia* est terminé;

8) les travaux de chimie sur les taux de lessivage sont terminés, et les résultats sont analysés.

Résultats et analyse. Les essais sur le terrain semblent montrer que les carabides d'un genre commun peuvent avoir souffert de la formulation au son de carbaryl. Ce cas mis à part, rien n'indique que les autres arthropodes terricoles ont subi des effets.

À ce jour, les résultats obtenus en laboratoire nous ont apporté des renseignements utiles sur les effets des trois ingrédients actifs qui sont incorporés dans l'appât au son (un des ingrédients est homologué) sur les organismes non visés. Ils ont été tirés d'essais portant sur les effets létaux et non létaux sur des organismes déterminés, non visés et issus de différents niveaux trophiques, qu'on a soumis au traitement ou encore à qui on a offert des rations de l'appât. Ces résultats indiquent qu'au moins une des formulations constitue un moyen idéal d'application des produits de répression du criquet. La tentative du chercheur embauché d'établir une ruche et de développer un protocole d'expérimentation est particulièrement intéressante. Cette question intéresse vivement les fermiers par rapport aux programmes de lutte contre les criquets. La comparaison de différents produits administrés avec l'appât au son intéresse particulièrement Agriculture Canada.

Nous sommes passés à une deuxième étape des travaux; ici, nous comparerons côte à côte les formulations de type classique appliquées par arrosage et les formulations appliquées par appât au son, en utilisant le même ingrédient actif. Les protocoles d'essai que nous avons mis au point devraient nous permettre d'obtenir une évaluation définitive. C'est le problème qui

intéresse essentiellement Environnement Canada.

On a fait cinq essais biologiques en laboratoire sur des appâts traités au chlorpyrifos et au carbaryl, en utilisant des truites arc-en-ciel. À la concentration la plus élevée (1,0 g de formulation par bassin d'essai), des effets nets de stress et de la mortalité ont été obtenus. L'appât traité au chlorpyrifos a généralement paru avoir plus d'effet que l'appât traité au carbaryl. À la dose la plus faible (0,01 g par bassin d'essai), aucune mortalité ni aucun changement de comportement n'ont été observés avec l'une ou l'autre des formulations. À des doses intermédiaires, on a noté un stress important créé par l'appât au chlorpyrifos, mais non par l'appât au carbaryl. Les essais d'exposition de *Daphnia* (un suspensivore) sont en cours.

Au laboratoire de chimie organique de la Protection de l'environnement, on a fait des essais sur les effets de la température, de l'agitation et du pH sur le taux de lessivage de l'ingrédient actif incorporé dans l'appât au son immergé. En général, le carbaryl avait davantage tendance à passer dans l'eau (plus de 50 %) que le chlorpyrifos (moins de 20 %). Le lessivage de chlorpyrifos s'accroît avec la hausse de température, ce qui n'est pas le cas avec le carbaryl. Le lessivage de carbaryl diminue à mesure que le pH s'accroît.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Bruce H. Thompson
Bureau de district de l'Alberta
Protection de l'environnement
Environnement Canada
4999, 98e avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3

(403) 468-8008

6. ÉVOLUTION ET EFFET DU DICLOFOP-MÉTHYL SUR UN MICROCOSME AQUATIQUE (S. Swanson et D. Lintott, Conseil de recherche de la Saskatchewan)

Introduction. Le diclofop-méthyl, (±)[(dichloro-2,4 phénoxy)-4 phénoxy]-2 propionate de méthyle, homologué sous l'appellation Hoe-Grass, est un herbicide largement utilisé dans les Prairies pour la répression de la folle avoine, de la sétaire et d'autres mauvaises herbes qui envahissent les cultures de blé, d'orge et de lin. Des résidus des métabolites acides du diclofop-méthyl ont été détectés dans beaucoup d'échantillons d'eau, ce qui révèle un transport de ces composés jusque dans le milieu aquatique. À l'heure actuelle, il n'y a à peu près pas de résultats sur le comportement et la transformation de cet herbicide phénoxypropionique dans le milieu aquatique. Il n'y a pas de données, non plus, sur la toxicité de cet herbicide dans un écosystème aquatique «typique». Les résultats parus montrent que le diclofop-méthyl est passablement toxique chez certaines espèces comme la truite arc-en-ciel dont la CL_{50} à 96 h est de 1,38 mg/L; chez la carpe, ce paramètre prenait la valeur de 2,6 mg/L. La CL_{50} à 48 h est de 4,03 mg/L chez *Daphnia*. Comme le diclofop-méthyl peut atteindre les milieux aquatiques par suite de son application et qu'il est relativement toxique chez au moins certaines espèces aquatiques, cette étude a été faite avec l'objectif de déterminer la distribution, la décomposition, la toxicité et le potentiel de bioaccumulation du diclofop-méthyl dans un modèle d'écosystème aquatique.

Méthode. Dans la première partie de cette étude, nous avons cherché dans la documentation les renseignements techniques et scientifiques qui se rapportent au diclofop-méthyl. Ces renseignements nous ont permis de prévoir le comportement du composé dans un écosystème aquatique; c'est sur cette base que nous avons préparé les protocoles d'expérience pour les enquêtes toxicologiques ainsi que les études de transport de masse. Les essais de toxicité ont été faits sur certains organismes benthiques et planctoniques (*Daphnia magna, Hyalella azteca, Cypridopsis* spp., truite arc-en-ciel et algues). Les méthodes utilisées comprennent notamment les essais de toxicité sur des espèces uniques et des essais de toxicité et de transformation dans un microcosme aquatique au moyen de diclofop-méthyl marqué au ^{14}C.

Résultats et analyse. L'étude préliminaire a servi à déterminer l'effet qu'une substance toxique de référence (le cuivre) aurait sur un écosystème modèle (le microcosme aquatique standard). Cet essai a permis de confirmer que les microcosmes avaient une performance qui respecte les limites acceptables des critères adéquats de contrôle de qualité. Par la suite, des essais de toxicité sur des espèces uniques ont été faits sur *Daphnia magna*, *Hyallela azteca* (un amphipode) ainsi que dix espèces d'algues. La CE_{50} des espèces algaires a varié entre 1 000 et 5 000 µg/L. La CL_{50} à 48 h chez *Daphnia magna* s'est située entre 100 et 200 µg/L, alors que chez *H. azteca*, elle était située entre 100 et 500 µg/L. Nous nous sommes engagés dans de nouveaux essais qui nous permettront de resserrer la plage des concentrations et d'obtenir une CL_{50} précise. En outre, nous procédons à des essais monospécifiques sur *Cypridopsis* (un ostracode), à la détermination de la CL_{50} à 96 h, par intoxication aiguë, des alevins de truite arc-en-ciel ainsi qu'à des mesures de

partage (solubilité dans l'acide/éther, adsorption sur des sédiments, détermination du pKa, vitesse d'hydrolyse, K_{oe}), ainsi qu'à des essais parallèles de transformation/bioaccumulation au moyen de diclofop-méthyl marqué au ^{14}C.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

M. Wong
Division des objectifs de la qualité des eaux
Direction de la qualité des eaux
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 953-3197

Wm. Gummer
Direction de la qualité des eaux
Regina (Saskatchewan)
S4P 3R4

(306) 780-5322

7. TOXICITÉ CHRONIQUE DU LINDANE, DU TRIALLATE ET DE LA TRIFLURALINE CHEZ LA TÊTE-DE-BOULE ET *CERIODAPHNIA DUBIA*

(Walter Golebiowski, Protection de l'environnement, région de l'Ouest et du Nord, et Gordon Craig, *Beak Consultants Ltd.*)

Introduction. Environnement Canada a déterminé que les pesticides agricoles lindane, triallate et trifluraline doivent être suivis dans le milieu, après homologation, pour juger de leur évolution et de leurs effets dans les Prairies de l'Ouest. On se préoccupe de leur nocivité potentielle sur des organismes aquatiques qui ne sont pas visés, dans les conditions régionales des Prairies. Cette préoccupation est attribuable aux ventes élevées dans la région et à la forte toxicité de ces produits dans l'eau (létalité aiguë), dont il est question dans la documentation. Les programmes de surveillance des pesticides dans les eaux de surface régionales (Environnement Canada, Pêches et Océans Canada et Environnement Manitoba) ont permis de détecter ces pesticides en concentration sublétale dans différents réseaux importants. L'un de ces pesticides, la trifluraline, s'accumule dans les tissus des poissons et d'autres organismes aquatiques à ces concentrations sublétales. La toxicité sublétale (chronique) de ces pesticides chez des organismes aquatiques indigènes (Prairies du Canada) a peu attiré l'attention des chercheurs, et il existe des lacunes importantes sur ce plan dans nos connaissances. Cependant, on trouve assez d'indices généraux dans la documentation pour croire qu'il y a des risques d'effets nocifs chroniques sur les organismes aquatiques exposés à ces pesticides.

Cette étude avait pour objectif d'évaluer, au moyen d'expériences en laboratoire, la toxicité sublétale de ces trois pesticides chez deux organismes indicateurs types; on pourrait ainsi obtenir des renseignements nouveaux et importants qui nous aideraient à combler ces lacunes dans nos connaissances.

Méthode. Les trois pesticides soumis à l'essai sont les suivants :

1) lindane (gamma-HCH) (insecticide);

2) triallate (herbicide);

3) trifluraline (herbicide).

Des échantillons des trois pesticides de qualité technique nous ont été remis par la Protection de l'environnement à Edmonton. Compte tenu de la faible solubilité de ces pesticides dans l'eau, le spécialiste a préparé des solutions mères par dissolution des pesticides de qualité technique reçus dans un solvant approprié tel que l'acétone. Chaque pesticide a été soumis à l'essai grâce à des essais biologiques sur les espèces suivantes :

1) *Ceriodaphnia dubia* - essais d'inhibition et de survie d'invertébrés dulcicoles;

2) *Pimephales promelas* - essais d'inhibition de la croissance de la larve de la tête-de-boule.

Ces organismes indicateurs sont couramment utilisés pour les évaluations de toxicité dans l'eau; ils sont également employés dans des protocoles d'essai normalisés et reconnus et ils sont représentatifs d'espèces endémiques dans les eaux de surface de la région en cause.

Des procédures standard d'assurance et de contrôle de la qualité ont été appliquées à tous les essais, y compris l'utilisation de témoins propres et de témoins de solvants appropriés.

1) Essais biologiques en milieu aquatique

i) Détermination de l'ordre de grandeur :
Comme il n'existait aucune donnée appropriée sur la toxicité de ces trois pesticides, nous avons commencé par faire des essais de détermination de l'ordre de grandeur avec chacun des pesticides pour chacun des deux organismes. Ces essais abrégés (c.-à-d. portant sur quatre concentrations, sans double) nous ont aidés à définir avec une plus grande précision les limites supérieures et inférieures des plages de concentration utilisées dans nos essais biologiques de détermination des CL_{50} et des CE_{50} réelles. Ces essais ont été faits dans les mêmes conditions que les essais biologiques eux-mêmes (lumière, température, etc.).

ii) Essais biologiques sur *Ceriodaphnia dubia* :
L'essai chronique sur *Ceriodaphnia*, qui portait sur l'ensemble du cycle biologique, a été fait conformément au protocole de l'*Environmental Protection Agency* (EPA) des États-Unis (1985). À la fin de l'essai, les données ont été réunies, et la CL_{50} a été déterminée à partir de la survie des organismes soumis à l'essai; la CE_{50}, la concentration sans effet observé (CSEO), la concentration minimale avec effet observé (CMEO) ainsi que la concentration de toxicité chronique ont été statistiquement déterminées d'après le protocole de 1985 de l'EPA (avec la méthode exacte de Fisher, l'analyse de la variance et la méthode de Dunnett), à partir du nombre de descendants produits, avec les concentrations de référence et d'essai.

iii) Essais biologiques sur la tête-de-boule (*Pimephales promelas*) :
L'essai biologique à renouvellement périodique de sept jours avec la tête-de-boule a été fait conformément au protocole de l'EPA des États-Unis (1985). La CL_{50}, la CE_{50} ainsi que la CSEO, la CMEO et la concentration de toxicité chronique ont été déterminées statistiquement (c.-à-d. par la méthode de Spearman-Karber, la méthode de Dunnett, etc.) à partir de la survie et de la croissance des sujets, avec des concentrations naturelles et d'essai.

Résultats et analyse. Le lindane est plus toxique, de manière chronique et de manière aiguë, chez *Ceriodaphnia dubia* que chez *Pimephales promelas*. La CL_{50}, sept jours, chez *Ceriodaphnia dubia* était de 56 µg/L, la CSEO était de 6,6 µg/L, la CMEO était de 10,5 µg/L, alors que la concentration de toxicité chronique était de 8,3 µg/L. Chez *Pimephales promelas*, le lindane avait une CL_{50}, sept jours, de 112 µg/L, une CSEO de 45 µg/L, une CMEO de 72 µg/L et une concentration de toxicité chronique de 57 µg/L. Ces résultats indiquent que le lindane ne devrait pas exercer de toxicité chronique aux concentrations observées dans

les rivières de l'Ouest canadien (de 0,001 à 0,02 µg/L).

Le triallate s'est révélé plus toxique, de manière aiguë et de manière chronique, chez *Ceriodaphnia dubia* que chez *Pimephales promelas*, soit de deux ordres de grandeur dans les essais de toxicité chronique. La CL_{50}, sept jours, chez *Ceriodaphnia dubia* était de 12 µg/L, la CSEO était de 1,3 µg/L, la CMEO était de 2,4 µg/L, et la concentration de toxicité chronique était de 1,8 µg/L. Le triallate avait la toxicité suivante : une CL_{50}, sept jours, de 330 µg/L, une CSEO de 125 µg/L, une CMEO de 202 µg/L et une concentration de toxicité chronique de 160 µg/L chez *Pimephales promelas*. Ces résultats indiquent que certains résidus trouvés dans les rivières de l'ouest du Canada pourraient se révéler être toxiques de manière chronique chez les invertébrés aquatiques quoiqu'ils ne seraient probablement pas toxiques de manière aiguë, notamment chez le poisson.

La trifluraline, au contraire des deux autres pesticides, s'est révélée être plus toxique de manière aiguë et de manière chronique chez la tête-de-boule que chez *Ceriodaphnia dubia*. Chez les têtes-de-boule, la CL_{50}, sept jours, était de 21 µg/L, la CSEO était de 4,3 µg/L, la CMEO était de 11 µg/L, et la concentration de toxicité chronique était de 6,9 µg/L. Chez *Ceriodaphnia dubia*, la CL_{50}, sept jours, était de 63 µg/L, la CSEO était de 19 µg/L, la CMEO était de 49 µg/L, et la concentration de toxicité chronique était de 31 µg/L. Ces données indiquent que la trifluraline pourrait constituer un risque pour la croissance des poissons juvéniles.

Le rapport destiné à la publication dans une revue scientifique est en préparation; il pourrait être prématuré d'en citer les résultats.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Miles Constable
Protection de l'environnement
Région de l'Ouest et du Nord
Environnement Canada
4999, 98e avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3

(403) 468-8038

8. TOXICITÉ CHEZ LES CANETONS MALARDS DU CARBOFURAN PULVÉRISÉ

(D.J. Forsyth, Service canadien de la faune, Saskatoon, Prof. G.R.B. Webster et Prof. L.J. Shapiro, Université du Manitoba, Winnipeg)

Introduction. Le carbofuran est appliqué, de façon générale, avec de l'équipement au sol et des aéronefs afin de lutter contre les criquets sur les emprises des routes, les tournières et les cultures fourragères et les pâturages; or, tous ces terrains constituent un habitat pour la nidification du Canard malard, de la sarcelle, du pilet et d'autres espèces de canard. L'application d'insecticides contre les criquets nouvellement éclos coïncide avec l'éclosion des oeufs de canard, durant les trois premières semaines de juin; les canetons risquent d'être exposés à la végétation traitée alors qu'ils se rendent du nid à l'eau. Les canards adultes peuvent être exposés à la végétation traitée durant les trois semaines de couvaison. Les déplacements des nichées d'un bourbier à l'autre peuvent également être à l'origine d'une exposition. La sauvagine est très sensible au carbofuran; aux États-Unis, des canards ont été tués en grand nombre dans les champs de luzerne traités avec ce pesticide. Nous ne possédons pas de données sur les effets de cet insecticide sur les populations de nicheurs au Canada. Dans cette étude, nous avons voulu examiner quels effets toxiques peut avoir un habitat de reproduction de canetons malards situé sur un plateau et qui est traité au carbofuran.

Méthode. On a fait circuler trois groupes de 15 canetons dans des graminées des prairies traitées au carbofuran avec un équipement au sol à raison de 140 g d'ingrédient actif par hectare, soit le taux recommandé pour la répression des criquets. Les distances franchies par les canetons dans les graminées traitées étaient de 10, 50 et 100 m; les canetons n'ont pas pu se jeter à l'eau à la fin de l'exposition. Quatre canetons par groupe ont été sacrifiés, et on a procédé à un dosage des résidus à la fin de chaque exposition. Deux autres canetons par groupe ont été sacrifiés aux fins d'analyse deux jours après l'exposition, ainsi que deux autres après quatre jours. Après l'exposition, les canetons ont été placés un à un dans une enceinte où on a examiné leur comportement de cohésion en les laissant choisir de s'associer à l'un des trois groupes de canetons d'importance différente.

Résultats et analyse. Au cours du premier essai, avec des canetons de 48 h, la mortalité au cours de la première journée de traitement a été répartie comme suit, par échantillon de 15 canetons : 0-15, 2-15 et 1-15 pour les trajets de 10, 50 et 100 m, respectivement. Au cours du deuxième essai, avec des canetons de 96 h, la mortalité au cours de la journée de traitement a été répartie comme suit : 5/15 et 5/15 pour les trajets de 50 et de 100 m. Il n'y a pas eu d'autre mortalité. Après l'exposition, les canetons étaient visiblement désorientés et se portaient mal sur leurs pattes, mais ils ont passé correctement les essais de cohésion des nichées. Une certaine perte de masse corporelle chez les canetons traités, à comparer aux témoins, est apparue au cours des deux semaines qui ont suivi le traitement. L'examen de la végétation a montré qu'il y a eu plus de carbofuran appliqué qu'il n'avait été prévu. D'autres essais auront lieu avec de plus grandes distances à parcourir et afin de s'assurer que l'arrosage est conforme aux méthodes appliquées en agriculture.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.J. Forsyth
Service canadien de la faune
115 Perimeter Road
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X4

(306) 975-4088

9. RISQUE POTENTIEL D'INTOXICATION INDIRECTE DES OISEAUX DE PROIE PAR DES RODENTICIDES EN ALBERTA

(J.K. Schmutz, contractuel, Département de biologie, Université de la Saskatchewan, Saskatoon)

Introduction. En Alberta, les spermophiles de Richardson sont régulièrement empoisonnés par des appâts à la strychnine; cette technique pourrait conduire à l'intoxication des oiseaux de proie qui se nourrissent ou nourrissent leurs petits de spermophiles morts. Il y a des oisillons de buses du sud de l'Alberta qui meurent dans environ 30 % des nids recensés. Plusieurs cas sont fortement indicatifs d'une intoxication. La Buse rouilleuse a été désignée espèce «menacée» au Canada; son habitat de reproduction dans le sud de l'Alberta se trouve dans une région où les spermophiles sont couramment empoisonnés à la strychnine. L'objectif de cette étude était de déterminer si des Buses de Swainson s'alimentent de spermophiles morts et si la teneur en strychnine des spermophiles est assez élevée pour tuer des oisillons de buses.

Méthode. Des Buses de Swainson, une espèce commune et en progression, ont été prises comme sujets d'expérience. Les carcasses de 180 spermophiles tués à la strychnine ont été déposées dans 25 nids à trois occasions au cours du développement des oisillons. Le rythme d'alimentation des parents et des oisillons a été déterminé par des inspections répétées des nids. Trois carcasses de spermophiles empoisonnés ont été laissées sur le sol à 100 m de cinq nids de buses; on a surveillé les carcasses pour voir si les buses s'en nourrissaient.

Résultats et analyse. Trois des 58 oisillons observés qui se sont nourris de carcasses empoisonnées sont morts, alors qu'il n'y a pas eu de mortalité dans le groupe témoin. La survie des oisillons d'expérience de 20 à 40 jours a été de 72 %, à comparer à 82 % chez les sujets témoins. Le traitement n'a pas eu d'effet observable ni n'a conduit à un accroissement en poids des oisillons. Le chercheur vient à la conclusion que le fait de s'alimenter de spermophiles empoisonnés à la strychnine comporte des risques minimes, s'il y en a, chez les oiseaux de proie.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Geoffrey Holroyd
Service canadien de la faune
4999, 98e avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3

(403) 468-8922

10. POSSIBILITÉS D'UTILISER LES PISTES DES MERLES BLEUS POUR MESURER LES EFFETS DES INSECTICIDES SUR LES OISEAUX CHANTEURS

(Louise Horstman, contractuelle, *Pecan Resources Inc.*, Morinville, Alberta)

Introduction. Les oiseaux chanteurs peuvent être intoxiqués par des insecticides qui servent à la répression des criquets, des vers gris, des altises et d'autres insectes qui s'attaquent aux cultures. Les composés chimiques comme le carbofuran, le chlorpyrifos, le démeton et d'autres peuvent être absorbés par les oiseaux qui s'alimentent de végétation ou d'insectes atteints par le traitement, par inhalation, par lissage des plumes contaminées et par absorption par les pattes. Les nichoirs des Merles bleus peuvent être situés près des terres cultivées et, comme ces oiseaux sont insectivores, ils peuvent se nourrir de criquets, de coléoptères et d'autres insectes terricoles; le risque d'une intoxication semble élevé. La dérive du nuage d'insecticides pourrait être surveillée par la mise en place d'échantillonneurs d'air inertes sur certains nichoirs. Un réseau d'ornithologues amateurs qui assureraient la surveillance de ce type d'effet hors cible pourrait éventuellement apporter des renseignements sur les effets des insecticides.

L'objectif de l'étude était l'évaluation des possibilités d'utiliser les pistes de Merles bleus pour contrôler les effets des insecticides des façons suivantes :

a) schématiser l'emplacement des pistes, le nombre de nichoirs et les cultures associées;

b) déterminer le genre de données que des ornithologues amateurs pourraient obtenir sur le terrain;

c) obtenir la collaboration de volontaires pour la cueillette des données.

Méthode. Au total, 178 pistes de Merles bleus ont été inspectées dans les provinces des Prairies pour voir si elles convenaient au programme de surveillance. Des volontaires ont été interviewés, et des pistes ont été suivies afin de déterminer le type d'habitats qui y sont associés.

Résultats et analyse. Des volontaires inspectent les nichoirs durant la saison de la reproduction de deux fois dans la saison (20 %) à une fois par semaine (19 %); la fréquence moyenne des inspections est de quatre à six fois (39 %). La majorité des volontaires étaient prêts à collaborer avec le Service canadien de la faune à la cueillette des données qui serviraient à la surveillance des effets des insecticides sur les oiseaux qui occupent les nichoirs. L'espèce la plus commune sur ces nichoirs est l'Hirondelle bicolore (55 % de tous les nichoirs occupés); elle est suivie par le Merle bleu des montagnes (31 % des nichoirs occupés). La plupart des nichoirs occupés par les Merles bleus sont situés à proximité d'un pâturage, selon la croyance que ces oiseaux préfèrent la végétation basse pour fourrager; cependant, un nombre important de pistes se trouvent à proximité des terres cultivées.

Dans son rapport, qui comprend 26 cartes topographiques à l'échelle 1:250 000 et qui montre l'emplacement de toutes les pistes inspectées, le contractuel recommande que les Hirondelles bicolores et les Merles bleus des montagnes soient les espèces qui fassent l'objet de la surveillance. Ce contractuel recommande, en outre, qu'on remette aux

volontaires des cahiers servant au relevé des données sur une base hebdomadaire où seraient consignés les renseignements suivants : importance de la nichée, succès de l'éclosion, mortalité chez les adultes ou désertion, proportion d'oiseaux à quitter le nid, renseignements météorologiques et renseignements sur l'application de pesticides. L'étude a permis d'établir qu'il y a assez de pistes de Merles bleus à proximité de cultures susceptibles d'un traitement aux insecticides pour servir comme système de surveillance des effets du traitement sur les passereaux.

Il faudrait mettre ce réseau de surveillance sur pied, particulièrement dans la perspective d'un traitement à grande échelle du blé pour la répression du puceron russe du blé qui remonte sans cesse vers le Nord.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.J. Forsyth
(Autorité scientifique)
Service canadien de la faune
115 Perimeter Road
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0X4

(306) 975-5065

11. EXTRACTABILITÉ DE QUATRE HERBICIDES RECUEILLIS SUR DES MONITEURS INERTES DE VAPEURS ORGANIQUES

(Gary Bruns, *Enviro-Test Laboratories*, Edmonton, Alberta, et Miles Constable, Protection de l'environnement, Environnement Canada, Edmonton)

Introduction. La contamination de l'air des Prairies canadiennes par les pesticides a été bien étudiée. La dérive hors cible du nuage d'herbicides durant l'application et l'évaporation des herbicides peu de temps après l'application constituent les principales sources de cette contamination. Avec les techniques modernes, l'échantillonnage des résidus de pesticides portés dans l'air est coûteux, difficile et lent. Une méthode peu coûteuse, simple et précise d'échantillonnage est requise.

Pour la mise sur pied d'un réseau de surveillance, les échantillonneurs d'air dynamiques ont de graves inconvénients. Ils sont coûteux, ils nécessitent une source d'alimentation électrique (courant de ligne CA ou alimentation CD par accumulateurs), la pompe à vide doit être étalonnée, et le débit d'échantillonnage doit être déterminé empiriquement pour s'assurer que des pesticides ne franchissent pas le milieu d'échantillonnage. En outre, les systèmes à accumulateurs ont l'inconvénient additionnel de ne pas pouvoir permettre l'échantillonnage à long terme qui est requis pour la détection en faible concentration des vapeurs de pesticides dans l'air. Les moniteurs inertes pourraient se prêter à la surveillance du milieu. Ils sont relativement peu coûteux, faciles d'installation et sensibles aux vapeurs organiques, il n'est pas nécessaire de les étalonner, leur utilisation est facile et ils se prêtent à un échantillonnage continuel et à l'obtention de résultats répétables. Ces moniteurs ont pour principal inconvénient le fait que leur utilisation à l'extérieur, à long terme ou encore pour la surveillance des pesticides, n'a pas été validée. Ces dispositifs servent à l'échantillonnage de nombreux composés chimiques industriels, mais les fabricants n'ont pas établi de méthode de surveillance, d'extraction et d'analyse de la plupart des pesticides. Ces moniteurs peuvent détecter des vapeurs organiques à très faible concentration (ng/m^3) dans les postes de commutation téléphonique sur un intervalle qui peut atteindre un mois. Ces dispositifs ont également permis la surveillance de la concentration de vapeurs de benzène dans l'air ambiant. Beaucoup de pesticides modernes sont constitués autour d'un noyau benzénique; par conséquent, à l'état de vapeur, ces molécules devraient être adsorbées sur le charbon activé d'un moniteur de vapeurs organiques.

La présente étude vise à la mise au point d'une méthode d'extraction des pesticides recueillis sur les blocs de charbon de bois des moniteurs de vapeurs organiques; il s'agit de la première étape vers la validation de ces moniteurs pour la surveillance des vapeurs de pesticides dans l'air.

Méthode. Le bloc de charbon de bois d'un moniteur a été retiré et placé dans un tube à centrifugation de 13 mL. Une solution d'enrichissement, composée de 2,4-D, de MCPA, de triallate ou de trifluraline dans un solvant, était ajoutée. On a laissé le mélange reposer pour une nuit de façon à ce que le solvant puisse s'évaporer. Ensuite, l'herbicide a été extrait au bisulfure de carbone et au diazométhane dans l'éther. Le 2,4-D et le MCPA de la phase extraite pouvaient être dosés directement par

chromatographie gazeuse et spectrométrie de masse. Dans le cas du triallate et de la trifluraline, le bisulfure de carbone et le diazométhane dans l'éther ont été évaporés, et les herbicides ont été repris dans l'hexane. Les deux herbicides ont été dosés par chromatographie gazeuse avec détection par capture d'électrons.

Résultats et analyse. La trifluraline, le triallate, le 2,4-D et le MCPA ont été extraits des moniteurs inertes de vapeurs organiques qui utilisent le charbon activé comme adsorbant; les taux de récupération ont varié entre 85 et 104 %; la limite de détection a été de 1 µg par bloc dans le cas des herbicides à base de phénoxyacides et de 0,1 µg par bloc dans le cas de la trifluraline et du triallate. Le bisulfure de carbone s'est révélé être le meilleur solvant pour la désorption de la trifluraline et du triallate; cependant, l'acétate d'éthyle et le dichlorométhane (95 %)/méthanol (5 %) sont également acceptables. L'acétone a produit des taux de récupération de 75 et de 80 % dans le cas de la trifluraline, mais de seulement 35 à 38 % dans celui du triallate. L'estérification des herbicides à base d'acide phénoxyacétique, du 2,4-D et du MCPA avec du bisulfure de carbone mélangé dans une proportion de 2 à 1 avec du diazométhane dans l'éther constitue une étape nécessaire de l'extraction à un taux acceptable (99 et 101 %, respectivement). Le dichlorométhane, l'acétate d'éthyle ou le méthanol mélangé dans une proportion de 5 à 1 avec du diazométhane dans l'éther ont donné des taux de récupération des herbicides à base de phénoxyacides très inférieurs à celui du bisulfure de carbone (CS_2) mélangé avec du diazométhane. L'estérification est restée sans effet sur les taux de récupération du triallate et de la trifluraline; c'est ainsi que les quatre herbicides ont pu être extraits d'un seul bloc au moyen du CS_2 et du diazométhane. Le taux de récupération du 2,4-D, du MCPA, de la trifluraline et du triallate recueillis sur des moniteurs inertes 3M #3500 est aussi élevé que celui obtenu par des systèmes actifs d'échantillonnage à mousse de polyuréthane comme substrat de prélèvement.

La méthode décrite ici est beaucoup plus simple que l'extraction sur dispositif soxhlet des herbicides recueillis sur d'autres substrats d'échantillonnage incorporés dans des systèmes de surveillance dynamique de l'air. Il est même possible que la méthode soit simplifiée, selon la formulation des herbicides à base de phénoxyacides prélevés sur les moniteurs. En effet, si le 2,4-D et le MCPA sont prélevés dans une formulation d'ester, il est possible que l'estérification au diazométhane ne soit plus nécessaire. Cette détermination ne sera possible qu'au terme d'un projet de surveillance sur le terrain qui constitue l'étape subséquente de la validation des moniteurs inertes de vapeurs organiques pour la surveillance des vapeurs de pesticides.

Le rapport de cette étude a été présenté pour publication dans une revue scientifique; il pourrait être prématuré d'en citer les résultats.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Miles Constable
Protection de l'environnement
Région de l'Ouest et du Nord
Environnement Canada
4999, 98e avenue
Edmonton (Alberta)
T6B 2X3

(403) 468-8038

PROGRAMME DES PESTICIDES DANS LA RÉGION DU PACIFIQUE ET DU YUKON
(Colombie-Britannique et territoire du Yukon)

1. INVENTAIRE DE L'UTILISATION DES PESTICIDES AU YUKON, 1986

(Rosanna C. White)

Introduction. On a procédé à cet inventaire de l'utilisation des pesticides afin de réunir des données sur les types, les quantités et les modes d'utilisation des pesticides au Yukon. Un autre objectif était de déterminer les priorités en matière de réglementation de toutes les étapes d'utilisation des pesticides, notamment le transport, la vente, l'entreposage, l'application et l'élimination.

Méthode. Pour l'inventaire, on a posté un questionnaire et assuré un suivi par téléphone et par des rencontres. On s'est adressé aux points de vente en détail et en gros, aux distributeurs, aux ministères et à la communauté agricole. On n'a recueilli que des données pour 1986.

Résultats et analyse. Au volume d'ingrédient actif, les agents de conservation du bois sont les pesticides qui ont été le plus utilisés au Yukon. On compte parmi les ingrédients actifs la créosote, le pentachlorophénol, le naphténate de zinc et le naphténate de cuivre. Le deuxième type de pesticide le plus utilisé en volume réunit les insecticides pour la répression des moustiques qui sont appliqués par le gouvernement du Yukon dans plusieurs collectivités. Quatre produits ont été utilisés, soit l'Abate 2G (téméphos) et le Vecto Bac (*Bacillus thuringiensis*), qui servent de larvicides, ainsi que le Malathion (malathion) et le Prox 120 (propoxur), qui sont des adulticides. Les ingrédients actifs couramment utilisés pour les insecticides domestiques sont le butoxyde de pipéronyl de qualité technique, l'alléthrine et le dichlorvos. Les herbicides agricoles constituent le troisième groupe le plus important; le 2,4-D est l'ingrédient actif le plus communément utilisé et il est suivi par le MCPA-amine. Les pesticides ont été peu utilisés en agriculture, avec seulement deux fermiers qui ont appliqué des quantités importantes d'herbicides. Les autres ingrédients actifs d'herbicides domestiques communément utilisés sont le mécoprop et le dicamba.

Les fournisseurs de pesticides ont leur place d'affaires principalement à Edmonton et à Vancouver, et tous les produits ont été formulés à l'extérieur du territoire. Les pesticides étaient vendus dans les magasins d'approvisionnement, dans les grands magasins, dans les centres de jardinage, dans les pharmacies, dans les quincailleries et dans les épiceries.

Le rapport a fourni une évaluation de la mesure dans laquelle les pesticides au Yukon constituent un risque pour la santé ou pour le milieu. En 1986, les pesticides ont été peu utilisés, mais on considère que leur utilisation devrait progresser. L'inexistence, dans le territoire, de mesures législatives visant à contrôler l'utilisation des pesticides et le fait que le public n'est pas sensible au danger associé à l'utilisation des pesticides ressortent de l'évaluation. Ces phénomènes se traduisent par une vente non contrôlée de pesticides; des produits pour lesquels il faut signer en Colombie-Britannique (astreints à des conditions spéciales), sont couramment trouvés sur les tablettes des détaillants; dans certains commerces, les pesticides côtoyaient les produits alimentaires. On insiste dans le rapport sur la nécessité d'éduquer le public

et d'assurer un meilleur contrôle de
l'utilisation des pesticides dans le territoire.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

J. Eamer
Protection de l'environnement
Région du Pacifique et du Yukon
101 - 204 Range Road
Whitehorse (Yukon)
Y1A 3V1

(403) 667-3402

2. DISTRIBUTION ET PROFILS D'UTILISATION DES PESTICIDES DANS LA VALLÉE INFÉRIEURE DU FRASER (Anne Moody, *Aim Ecological Consultants Ltd.*, Aldergrove, Colombie-Britannique)

Introduction. Le *Lower Mainland* de la Colombie-Britannique est une importante aire de repos pour les oiseaux qui empruntent le couloir migratoire du Pacifique; la vallée inférieure du Fraser est une zone d'élevage d'importance critique pour le saumon juvénile. Cette vallée comprend une bonne partie des terres agricoles de la province, et on y emploie intensivement des produits agrochimiques. Les pesticides utilisés dans cette région peuvent être transportés par l'eau qui circule dans les fossés et parvenir à l'estuaire fragile du Fraser.

Notre enquête doit nous apprendre quel type et quelle quantité de pesticides sont utilisés dans cette région de la Colombie-Britannique, ce qui nous sera utile pour la préparation de programmes de surveillance des pesticides. (Ce projet est subventionné par *PESTFUND*.)

Objectifs. Les objectifs de l'étude sont les suivants :

1) recenser les principaux points de vente de détail dans la vallée inférieure du Fraser;

2) déterminer quels pesticides sont vendus, et en quelle quantité, dans la vallée inférieure du Fraser, selon l'ingrédient actif et selon le produit total;

3) déterminer, selon les différents pesticides, quelles cultures sont protégées, quelles espèces sont visées, quels sont les types d'application et quelles régions géographiques sont soumises aux traitements.

Méthode. Des questionnaires ont été remis aux détaillants de pesticides de la vallée inférieure du Fraser. Les réponses ont été normalisées et résumées de façon à tracer un profil d'utilisation des pesticides dans la région. D'autres renseignements relatifs aux caractéristiques des pesticides ainsi qu'à leur toxicité ont été obtenus par la consultation de la documentation et de différents organismes gouvernementaux.

Résultats et analyse. Le rapport présente des listes de pesticides utilisés dans la vallée inférieure du Fraser; on y trouve la marque de commerce des produits, le numéro de l'ingrédient actif attribué selon la *Loi sur les produits antiparasitaires* ainsi que la quantité vendue en 1988. Les ventes de pesticides sont enregistrées selon les points de vente dans la vallée. Des taux d'application de ces pesticides sont également donnés.

Le corps du rapport porte sur les principaux pesticides utilisés dans cette vallée; on y trouve les marques de commerce, les formulations, les taux d'application, les espèces cibles, les propriétés des pesticides, les cultures protégées et une liste de différents usages.

On donne la toxicité de la plupart des ingrédients actifs contenus dans les pesticides chez le rat, le poisson et des espèces fauniques.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

D.M. Wilson
Protection de l'environnement
Région du Pacifique et du Yukon
3e étage, Kapilano 100
Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2

(604) 666-3197

3. ÉTUDE DES PESTICIDES DANS L'AQUIFÈRE DE LA PLAINE ALLUVIALE FLUVIO-GLACIAIRE D'ABBOTSFORD (D. McNaughton)

Introduction. Un programme d'échantillonnage de 21 puits fait en 1985 par l'Institut national de recherche en hydrologie (INRH) a indiqué que le composé organochloré 1,2-dichloropropane était détectable en quantité mesurable dans les puits et les colonnes montantes percés dans l'aquifère de la plaine alluviale fluvio-glaciaire d'Abbotsford. Le projet décrit ci-après est la suite de ces travaux.

L'objectif premier de ce projet était la détermination de la concentration des différents pesticides utilisés dans la région qui atteignent l'eau souterraine, par l'exécution d'un programme d'échantillonnage de l'eau souterraine dans un aquifère perméable de la plaine alluviale fluvio-glaciaire. L'aquifère d'Abbotsford, situé à la frontière Canada-États-Unis, représente «un des pires cas possibles», car il se trouve sous une région intensément cultivée, où il se fait une certaine irrigation et où les précipitations annuelles sont élevées.

Méthode. Il s'agit essentiellement d'un relevé. Pour l'instant, il n'y a pas encore eu d'étude intensive des processus et des mécanismes. Les échantillons d'eau ont été prélevés dans différents puits; les composés parents ainsi que les produits de décomposition les plus courants et les plus reconnaissables ont été dosés. À la fin de l'étape des relevés, on procédera à des études intensives de cet ordre.

Résultats et analyse. Au cours de l'année financière 1988-1989, le personnel de la Division de l'eau souterraine a exécuté un programme de forage et d'échantillonnage dans l'aquifère d'Abbotsford. Le programme de forage s'est déroulé tôt au début de l'année financière 1988-1989, et l'échantillonnage effectué dans les puits d'observation a été fait en novembre 1988. En plus des échantillons prélevés dans les puits d'observation installés par l'INRH, des échantillons ont été prélevés dans des puits creusés par le ministère des Ressources naturelles de la Colombie-Britannique. Tous ont été analysés dans un laboratoire privé (*Chemex Ltd.*, Calgary) en janvier 1989.

On compte parmi les composés cherchés les herbicides à base de phénoxyacides, soit le 2,4-D, le picloram et le dicamba, les carbamates, dont le carbaryl et le carbofuran, les insecticides organophosphatés, dont le diméthoate, le diazinon et le guthion, les herbicides, dont le dinosèbe et l'alachlore, et les résidus organochlorés du DDT, ainsi que le résidu organochloré 1,2-DCP, qui a été détecté en 1985 et en 1987 dans l'eau souterraine des environs de la sous-station de recherche d'Agriculture Canada à Agassiz. Peu importe le pesticide, il y a eu très peu de positifs. De 18 échantillons soumis, on a détecté de l'alachlore (1,0 µg/L) dans un échantillon, de l'atrazine (0,14 et 0,16 µg/L) dans deux échantillons, du carbofuran dans un échantillon (0,5 µg/L) et du 1,2-DCP dans six échantillons. Aucun des autres composés n'a été détecté.

À ce jour, les résultats de cette enquête n'ont donné lieu à l'adoption d'aucune mesure réglementaire ou autre. Il faut attendre que tous les indices soient recueillis et que les résultats du projet aient été déposés en bonne et due forme.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

G. Grove
Institut national de recherche en
hydrologie (INRH)
11, boulevard Innovation
Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 3H5

(306) 975-5735

4. RELEVÉ DE LA CONTAMINATION PAR LES PESTICIDES DE L'EAU SOUTERRAINE CONTENUE DANS DES AQUIFÈRES À RISQUE ÉLEVÉ, VALLÉE INFÉRIEURE DU FRASER

(Hugh Liebscher et Gordon Kan, Eaux intérieures, Vancouver, Colombie-Britannique)

Introduction. La contamination de l'eau souterraine par des pesticides et des nitrates dans certains aquifères de la région du Pacifique et du Yukon est un phénomène connu. Au cours de relevés préliminaires dans la région de South Abbotsford, l'Institut national de recherche en hydrologie (INRH) a détecté la présence du nématicide 1,2-dichloropropane (de 0 à 7,5 ppb) à certains endroits. Ces résultats ainsi que ceux de relevés sur les nitrates effectués par la province ont accéléré la tenue de la présente étude qui vise à déterminer s'il y a d'autres pesticides dans ces aquifères.

Méthode. Cinquante et un échantillons d'eau ont été prélevés dans certains piézomètres et certains puits d'eau afin de déterminer le degré de contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans des régions agricoles vulnérables de la vallée inférieure du Fraser. La majorité des échantillons provient de l'aquifère d'Abbotsford, les autres ont été prélevés dans des aquifères libres des régions de Brookswood et d'Hopington.

Les échantillons ont été analysés par chromatographie gazeuse capillaire et par CG/SM en mode de surveillance de certains ions, avec chromatographie à haute performance en phase liquide. Leur teneur en tritium et en nitrates enrichis a également été mesurée.

Résultats et analyse. L'importante contamination par les nitrates (de 0 à 41,5 mg/L) constitue le principal problème de qualité de l'eau de l'aquifère d'Abbotsford. On a constaté que, dans 29 des 51 puits, la concentration de nitrates dépassait le maximum acceptable de 10 mg/L. Dans six de ces puits, elle dépassait 20 mg/L.

Des pesticides ont été détectés à l'état de traces dans certains puits. Nous examinons les résultats, qui devraient être disponibles bientôt.

Les sources de contamination de l'eau souterraine par les nitrates semblent être les suivantes : l'empilage de fumier sans mesure de précaution sur des sables et des graviers au cours des mois d'hiver, l'application en trop forte quantité de fumier sur les cultures de baies, les déversements des fosses septiques et l'application d'engrais.

Les sources de contamination de l'eau souterraine par les pesticides semblent être les suivantes : les déversements de produits chimiques à proximité de la zone d'alimentation des puits et la percolation vers le bas des pesticides qui sont entraînés par l'eau de pluie et l'eau d'irrigation qui s'infiltrent.

Il est nécessaire de prélever d'autres échantillons afin de déterminer les variations saisonnières dans les régions où les pesticides et les nitrates ont été détectés.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Hugh Liebscher
Hydrogéologue régional
Environnement Canada
Conservation et Protection
Eaux intérieures, région du Pacifique et
du Yukon
502 - 1001, rue Pender ouest
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6E 2M9

(604) 666-0807

5. ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE CERTAINS PESTICIDES DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DE NICOMEKL ET MÉTHODES D'ÉVALUATION PROPOSÉES DE LA TOXICITÉ CHEZ LES BIOTES AQUATIQUES

(Stephen Sheehan et Fred Mah)

Introduction. Une étude de plusieurs années a été entreprise en 1988; elle porte sur l'évaluation des effets toxiques potentiels de pesticides agricoles sur les biotes aquatiques trouvés dans la vallée inférieure du Fraser, Colombie-Britannique. Divisée en plusieurs phases, dont la première s'est terminée en avril 1989, elle a été confiée à une entreprise privée, soit *Coastline Environmental Service Ltd.*

Le but de la phase I etait le suivant : mettre au point une méthode particulière à des endroits donnés pour la prévision et la surveillance des effets toxiques potentiels que peuvent exercer sur des biotes aquatiques des pesticides qui sont apportés dans un milieu récepteur par l'eau de ruissellement en provenance de fermes; et déterminer une zone, dans le cadre du Programme de gestion de l'estuaire du Fraser (PGEF), pour procéder à l'étude des effets toxiques.

Au départ, les herbicides et les insecticides homologués au Canada et offerts aux fermiers de la vallée inférieure du Fraser ont été examinés sur le plan de leur utilisation et des risques qu'ils comportent pour les milieux d'eau douce. Au terme de cette évaluation, le dinosèbe et l'endosulfan ont été retenus comme pesticides dont il faudrait étudier la présence et la toxicité potentielle chez la vie aquatique dans la région d'étude. Les articles scientifiques internationaux qui traitent de la transformation et des effets en eau douce de ces deux pesticides ont été dépouillés, en accordant une attention particulière aux effets toxiques.

Méthode. Les stations ont été déterminées de façon à confiner le projet dans une partie de la rivière Nicomekl (un petit bassin hydrologique qui repose à l'intérieur de la région couverte par le PGEF) ainsi qu'à quelques fossés d'irrigation et de drainage agricoles contigus. À certaines saisons, ces fossés déversent directement dans la rivière Nicomekl l'eau de ruissellement qui provient de fermes contiguës. Les renseignements disponibles sur les sources de déversement d'eaux usées dans la rivière Nicomekl et ses tributaires ont été passés en revue en même temps que les données sur la qualité de l'eau de la rivière et sur ses utilisations. La configuration des fossés de drainage et d'irrigation ainsi que des ouvrages de retenue a été décrite.

En mars 1989, des échantillons d'eau et de sédiments ont été prélevés à différentes stations de la rivière Nicomekl et dans certains fossés, à proximité de leur point de confluence avec la rivière. Le dinosèbe et l'endosulfan contenus dans ces échantillons ont été dosés au moyen d'une extraction par solvant, d'une chromatographie sur colonne Florisil et d'une chromatographie gazeuse à capture d'électrons. Dans tous les échantillons d'eau de la rivière et des fossés, l'endosulfan et le dinosèbe étaient en concentration inférieure à la limite de détection. Dans les sédiments, la concentration de dinosèbe variait d'une donnée inférieure au seuil de détection à 49 µg/kg. À l'exception d'un échantillon de fossé qui contenait 428 µg/kg, la concentration d'endosulfan dans les sédiments variait d'une donnée inférieure au

seuil de détection à la présence à l'état de traces. La signification de ces résultats a été analysée au regard de la région d'étude, des résultats publiés, des critères disponibles de qualité de l'eau pour ces pesticides et de la qualité connue de l'eau de la rivière Nicomekl.

Résultats et analyse. Les résultats qui précèdent ont permis de proposer une méthode d'évaluation de la toxicité à des endroits donnés à l'intérieur de la région d'étude. Il a été recommandé de procéder à des essais biologiques sur certains échantillons d'eau de la rivière et des fossés, notamment une série d'essais de toxicité aiguë létale et sublétale afin de déterminer les concentrations seuils. Il a également été recommandé de procéder à des essais de toxicité chronique sur *Ceriodaphnia* et la tête-de-boule ainsi qu'à des essais de toxicité sur les algues. La tenue d'essais de toxicité sur le terrain et de relevés des effets biologiques est également proposée. Les analyses chimiques de pesticides et d'autres contaminants dans l'eau servant aux essais de toxicité ont été intégrées dans le plan de travail. Des stations possibles ainsi que des fréquences d'évaluation sont proposées.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Stephen Sheehan
502 - 1001, rue Pender ouest
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6E 2M9

(604) 666-8007

6. DISTRIBUTION ET PERSISTANCE DU DIAZINON DANS UNE TOURBIÈRE OLIGOTROPHE D'ATOCA (M.T. Wan, Protection de l'environnement, et S. Szeto *et al.*, Agriculture Canada)

Introduction. Le diazinon [0,0-diéthyl 0-(2-isopropyl-6-méthyl-4-pyrimidinyl) phosphorothioate] est un insecticide organophosphaté qui permet de lutter contre *Chrysopeuchia popiariae* dans les tourbières oligotrophes d'atoca de la Colombie-Britannique. Un essai préhomologation sur le terrain a été commencé en 1988; on voulait évaluer l'efficacité de ce pesticide pour la répression de cet insecte. Il existe des préoccupations associées aux effets possibles du diazinon sur les salmonidés anadromes juvéniles, car cet insecticide est fortement toxique chez le poisson.

L'objectif de l'étude était de surveiller la persistance du diazinon dans les sédiments et dans l'eau à l'intérieur et à l'extérieur des champs traités.

Méthode. Du diazinon 5G a été appliqué par pulvérisation aérienne en deux traitements, à deux semaines d'intervalle, sur une tourbière oligotrophe d'atoca qui a une superficie de 19 ha. La concentration de traitement était de 6 kg/ha. Des échantillons d'eau et de sédiments ont été prélevés à l'intérieur et à l'extérieur de la parcelle traitée à intervalles réguliers afin de déterminer la concentration de diazinon et de son principal métabolite, le diazoxon.

Résultats et analyse. Les échantillons d'eau et de sédiments prélevés à six stations avant les traitements ne contenaient pas de résidus de diazinon en concentration détectable (limite de détection : 0,1 µg/L, eau; 10 µg/L, sédiments). Vingt-quatre heures après le traitement, la concentration de diazinon à l'intérieur de la parcelle traitée était de 338 et de 456 µg/L, après la première et après la deuxième applications, respectivement, dans les fossés d'irrigation. Elle tombait à moins de 100 µg/L au bout de trois ou quatre jours après chaque traitement, et à 8,3 µg/L quatre semaines après le premier traitement. Quarante-deux jours après le premier traitement, le diazinon n'était plus détectable dans les fossés d'irrigation.

On a observé les mêmes tendances dans l'eau des canaux d'évacuation des réservoirs à l'extérieur de la parcelle traitée ainsi que dans les tributaires récepteurs 100 m en aval; cependant, la concentration était nettement moindre. La plus forte concentration de résidus dans le réservoir contigu à la parcelle de traitement était de 78,5 µg/L; elle était de 29,1 µg/L dans les tributaires en aval de la digue et de 2,8 µg/L dans les tributaires à environ 100 m en aval de la limite de la parcelle traitée. Les quantités minimes de diazinon (2,8 µg/L au maximum) qui persistaient au bout de quatre à cinq jours dans les tributaires à environ 100 m en aval de la limite de la parcelle traitée se trouvaient être 32 fois inférieures à la CL_{50} à 96 h chez la truite arc-en-ciel; elles devraient avoir un effet minime sur les poissons.

La concentration de diazinon dans les sédiments des fossés d'irrigation situés à l'intérieur de la parcelle traitée était de 21,2 mg/kg (poids humide) quatre jours après le premier traitement et de 8,92 mg/kg trois jours après le deuxième. Le diazinon a été détecté dans les sédiments pendant quatre mois et demi, mais à une concentration nettement atténuée

(c.-à-d. à 0,02 mg/kg). La concentration la plus élevée qu'on a observée dans les sédiments des voies d'eau situées à l'extérieur de la parcelle traitée était de 0,08 mg/kg une journée après le traitement. Le diazinon a été détecté une seule fois dans les sédiments des tributaires situés 100 m en aval, soit à une concentration de 0,01 mg/kg quatre jours après le premier traitement. Ces résultats montrent qu'il y a eu peu de transport du diazinon de la parcelle traitée aux plans d'eau environnants.

Résultats et analyse. Lorsqu'il a été appliqué par avion en traitement double, à la concentration de 6 kg d'ingrédient actif par hectare sur une tourbière oligotrophe d'atoca de la Colombie-Britannique, le diazinon 5G a persisté dans l'eau et les sédiments de la parcelle traitée pendant au moins 5 et 19 semaines, respectivement. Malgré la présence d'écluses pour régler le débit d'eau qui quitte le champ d'atoca, des résidus de diazinon ont été trouvés dans l'eau et dans les sédiments des tributaires à 100 m en aval, mais en quantité nettement diluée, soit entre 0,1 et 2,8 µg/L pendant environ cinq semaines dans l'eau et à 0,01 mg/kg pendant un jour dans les sédiments.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

M.T. Wan
Protection de l'environnement
Région du Pacifique et du Yukon
3e étage, Kapilano 100
Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2

(604) 666-3111

7. EFFETS DE DIFFÉRENTS TYPES D'EAU DE DILUTION SUR LA TOXICITÉ AIGUË DU GLYPHOSATE ET DE SES FORMULATIONS CHEZ LES SALMONIDÉS JUVÉNILES DU PACIFIQUE ET LA TRUITE ARC-EN-CIEL

(M.T. Wan *et al.*)

Introduction. Le glyphosate [N-(phosphométhyl) glycine] est un herbicide à spectre d'action étendu qui est fabriqué par la compagnie Monsanto. Sa formulation Roundup^{MD}, également connue sous l'appellation de Vision^{MD}, au Canada, est un herbicide non sélectif. On se demande dans quelle mesure la CL_{50} à 96 h du Roundup^{MD} soumis à l'essai dans une eau reconstituée sur de jeunes saumons est applicable à l'eau naturelle.

Cette étude avait l'objectif suivant : la comparaison des effets qu'une eau reconstituée et qu'une eau provenant de quatre sources naturelles ont sur la toxicité aiguë chez des truites arc-en-ciel et des salmonidés du Pacifique juvéniles, lorsqu'elles servent à la dilution du glyphosate et de ses formulations, le Roundup^{MD}, le MON 8709 et le surfactif MON 0818.

Méthode. On a procédé à une série d'essais statique de toxicité aiguë à 96 h en milieu sur des juvéniles de cinq espèces de salmonidés (saumons coho, kéta, quinnat et rose et truite arc-en-ciel) qui vivaient en eau douce dans des piscicultures de la Colombie-Britannique. Les essais se sont déroulés de février à juin 1988 conformément à des méthodes et protocoles établis. Les essais ont démarré à 14 ± 1 °C et avec une photopériode de 16 h d'éclairage et de 8 h d'obscurité. La densité moyenne de charge était de 0,25 (de 0,10 à 0,4 g/L); le volume d'essai était de 20 L. Dix poissons étaient placés dans chaque aquarium d'essai. La mortalité cumulative des poissons était notée, et la CL_{50} était calculée grâce au programme informatique «Lethal».

De l'eau provenant de cinq sources différentes a constitué l'eau de dilution :

1) eau du robinet (déchlorée de Vancouver);

2) eau de ruisseau (ruisseau Chehalis, Colombie-Britannique);

3) eau du robinet déionisée et reconstituée [$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, KCl, $MgSO_4$ et $NaHCO_3$ (APHA, 1985)];

4) eau de puits (Cypress Well, Colombie-Britannique);

5) eau de lac (lac Cultus, Colombie-Britannique).

Résultats et analyse. Le glyphosate contenu dans l'eau douce (robinet, ruisseau) est significativement plus toxique chez les salmonidés juvéniles qu'il ne l'est dans l'eau reconstituée. En outre, ce composé est significativement plus toxique chez les poissons dans l'eau reconstituée que dans l'eau dure (lac). Cependant, il a la même toxicité chez les salmonidés dans des types semblables d'eau (puits). La toxicité du MON 0818 dans l'eau reconstituée chez les salmonidés ne diffère pas significativement de celle obtenue avec d'autres types d'eau.

Des formulations, le MON 8709 est significativement plus toxique chez les salmonidés dans l'eau reconstituée que dans l'eau douce (robinet, ruisseau), mais pas

dans une eau semblable (puits) et une eau dure (lac). La toxicité du Roundup^{MD} chez les salmonidés (CL_{50} à 96 h de 20 mg/L) dans l'eau reconstituée ne diffère pas significativement de la toxitité obtenue avec les autres types d'eau. Les essais avec le Roundup^{MD} dans une eau douce et légèrement acide donnent les valeurs obtenues dans le haut de la plage des CL_{50} à 96 h (30 mg/L), alors que les essais avec une eau dure et au pH légèrement basique correspondent au bas de la plage des valeurs (14 mg/L).

Le surfactif MON 0818 constitue le composé toxique le plus dangereux chez les salmonidés en comparaison du glyphosate, du MON 8709 et du Roundup^{MD}, et ce, peu importe le type d'eau. En soi, le glyphosate est le plus toxique chez les salmonidés lorsqu'il est dilué dans l'eau douce et il est le moins toxique (12 fois moins) lorsqu'il est dilué dans l'eau dure. Le MON 0818 est le plus toxique chez les salmonidés dans l'eau dure. Quant aux formulations, le MON 8709 ainsi que le Roundup^{MD} sont significativement plus toxiques chez les salmonidés lorsqu'ils sont appliqués dans l'eau dure que lorsqu'ils le sont dans l'eau douce; le Roundup^{MD} est presque deux fois plus létal que le MON 8709. Le Roundup^{MD} contient 50 % plus de surfactif du MON 0818 que le MON 8709. En outre, le MON 0818, le MON 8709 ainsi que le Roundup^{MD} sont significativement plus toxiques (deux fois plus) chez les salmonidés dans l'eau dure qu'ils ne le sont dans l'eau douce.

Conclusion. Cette étudé indique qu'on obtient une variation notable de la CL_{50} à 96 h chez les mêmes espèces de poisson lorsque de l'eau de différentes origines est utilisée dans les essais biologiques avec le glyphosate, le MON 0818, le MON 8709 et le Roundup^{MD}. Les variations de CL_{50} à 96 h sont du même ordre de grandeur, peu importe le type d'eau, pour le MON 0818, le MON 8709 et le Roundup^{MD}. Dans le cas du glyphosate, la CL_{50} à 96 h obtenue avec les différents types d'eau peut varier d'un ordre de grandeur. La dureté de l'eau et le pH semblent être les facteurs déterminants de ces variations. Le Roundup^{MD}, le MON 8709 ainsi que le MON 0818 sont plus toxiques chez les jeunes salmonidés dans l'eau dure qu'ils ne le sont dans l'eau douce; on observe le contraire avec le glyphosate. Pour les salmonidés, les CL_{50} à 96 h du Roundup^{MD} et du MON 0818, mais pas du glyphosate et du MON 8709, sont généralement semblables, qu'elles soient obtenues avec l'eau reconstituée (APHA, 1985) ou avec une eau de dilution de source naturelle.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

M.T. Wan
Protection de l'environnement
Région du Pacifique et du Yukon
3^{e} étage, Kapilano 100
Park Royal South
West Vancouver (Colombie-Britannique)
V7T 1A2

(604) 666-3111

PROGRAMME DES PESTICIDES AU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE FAUNIQUE (CNRF), HULL (QUÉBEC)

1. ÉLABORATION DE LIGNES DIRECTRICES SUR LA DÉTERMINATION DE LA TOXICITÉ DES PESTICIDES CHEZ DES PLANTES NON VISÉES

(Kathryn Freemark, Service canadien de la faune, et Patricia MacQuarrie, Direction des produits chimiques commerciaux)

Introduction. Environnement Canada s'intéresse aux risques potentiels d'une exposition d'organismes non visés ainsi que de leurs habitats à des pesticides qui les atteindraient durant l'application, par une surdose accidentelle, par la dérive du nuage de pulvérisation, par ruissellement ou par lessivage. En particulier, le processus d'homologation des pesticides au Canada ne tient pas compte adéquatement de la protection des plantes autres que les plantes cultivées (de culture, d'ornement et autres). Cette étude est le prolongement de travaux faits en 1987-1988 qui visent à l'élaboration de lignes directrices pour le Canada sur la détermination de la toxicité des pesticides chez des plantes non visées.

Objectif. En consultation avec le Comité de travail interministériel (Environnement Canada, Agriculture Canada, Pêches et Océans Canada et Forêts Canada), poursuivre l'élaboration des lignes directrices sur la détermination de la toxicité des pesticides chez des plantes non visées.

Méthode. La poursuite de ce projet dépend d'une combinaison de travaux donnés à contrat et de travaux faits à l'intérieur des services.

Résultats et analyse. Dans son rapport préparé à contrat, le Conseil de recherche de la Saskatchewan (CRS) a passé en revue les exigences internationales relatives à la toxicité des pesticides chez des plantes non visées, évalué les problèmes éprouvés avec les lignes directrices et les essais actuellement en usage, déterminé les lacunes dans notre connaissance des essais de phytotoxicité et fourni des conclusions et des recommandations relatives à l'élaboration de lignes directrices pour le Canada; ce rapport a été examiné en consultation avec le Comité interministériel sur la phytotoxicité. Au terme de cet examen, le rapport du CSR a été rédigé et révisé, puis distribué à 200 personnes pour commentaires. Environnement Canada prépare sa publication.

Un rapport préparé à contrat sur les plantes aquatiques qui peuvent servir d'espèces soumises à l'essai a été déposé par le CRS; son examen est en cours.

Avec la collaboration du laboratoire de la Protection de l'environnement de Longueuil, Québec, un contrat a été conclu pour la mise au point de techniques d'essai de pesticides sur des algues en microplaques. Les travaux sont en cours.

À l'intérieur du service, on prépare un document d'information générale qui traitera des effets sur la faune des pesticides absorbés par les plantes; pour ce, on doit revoir la documentation scientifique. L'examen et la publication du rapport devraient se faire au cours de l'année à venir.

Un résumé a été accepté pour le premier symposium de l'*American Society for Testing and Materials* sur l'utilisation des plantes pour l'évaluation de la toxicité, en avril 1989. Le symposium devrait être un forum pour les chercheurs universitaires, les gouvernements et le secteur industriel, qui devrait permettre l'échange d'idées, stimuler la recherche et promouvoir les pratiques et

les normes améliorées. On rédige un article pour le symposium de l'ASTM et pour la publication technique spéciale qui l'accompagne. On a présenté une ébauche d'affiche au cours de la 9e rencontre annuelle de la *Society of Environmental Toxicology & Chemistry*, du 13 au 17 novembre 1988 à Arlington, Virginie.

Un aperçu des différentes activités couvertes par le projet a été présenté dans la série de notes de l'Association canadienne des responsables du contrôle des pesticides (CAPCO, note 89-10).

Ce projet permet de réunir d'importants documents d'information générale et constitue un mécanisme consultatif qui permet de déterminer les besoins sur le plan réglementaire, de définir les domaines où la recherche paraît nécessaire, et d'étudier et de rédiger des lignes directrices sur la détermination de la toxicité des pesticides chez des plantes non visées au Canada.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Kathryn Freemark
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-6082

Patricia MacQuarrie
Direction des produits chimiques commerciaux
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 953-1681

2. CRÉATION DE BASES DE DONNÉES SUR L'UTILISATION DES HABITATS AGRICOLES PAR LES OISEAUX

(Kathryn Freemark, Service canadien de la faune, Centre national de la recherche faunique, Ottawa, et C. Weseloh, Service canadien de la faune, région de l'Ontario, Burlington)

Introduction. Afin de déterminer la signification écotoxicologique des effets des pesticides sur la faune du Canada et d'interpréter les résultats, et en vue de préparer des avis et des recommandations pour la prévention ou l'atténuation de ces effets, il est nécessaire de créer des bases de données sur l'utilisation des habitats par la faune qui comportent des risques d'exposition à des pesticides agricoles au Canada. Cette étude prolonge des travaux commencés en 1987-1988.

Cette étude a pour objectif la cueillette de renseignements sur l'utilisation d'habitats agricoles par les oiseaux au Canada; ces renseignements seront appliqués à l'évaluation des risques associés à l'application de pesticides.

Méthode. Les données ont été compilées de deux façons : dépouillement de la documentation scientifique et relevés sur le terrain faits à contrat.

Résultats et analyse. L'utilisation par la faune d'habitats en milieu agricole de la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent a été examinée au moyen de la documentation scientifique. Une base de données établie, qui recensait les habitats et résumait des données sur leur utilisation par espèce, activité, saison et intensité d'utilisation, a été mise à jour et élargie, en vertu d'un contrat. Un manuscrit a été rédigé; il comprend les éléments suivants :

1) assemblage des données d'utilisation par type d'habitat;

2) présentation des données relatives aux cultures qui peuvent être associées aux données d'utilisation pour permettre de quantifier le risque associé à l'utilisation de pesticides agricoles;

3) détermination de la recherche à faire;

4) bibliographie annotée.

Ce manuscrit paraîtra dans la série des rapports techniques du Service canadien de la faune (SCF) au cours de l'année à venir.

Comme on manquait de renseignements sur la plupart des terres cultivées de cette région, des travaux sur le terrain ont été confiés à une équipe à contrat, en 1987; l'équipe a poursuivi ses travaux d'observation de l'utilisation par les oiseaux de certaines cultures dans le sud-ouest de l'Ontario (projet conjoint fait avec le SCF, région de l'Ontario). L'utilisation de chaque culture par les espèces d'oiseaux a été déterminée à contrat par année, par mois, par abondance moyenne, par variance à l'intérieur d'un champ et d'un champ à l'autre ainsi que par activité (p. ex., alimentation, fourrage, etc.). D'autres analyses et travaux de documentation sont en cours.

D'autres études sur le terrain ont été faites, notamment le projet pilote de recensement des oiseaux en zones agricoles en Saskatchewan (étude conjointe avec le SCF, région de l'Ouest et du Nord). Au cours de l'année à venir, on devrait compiler l'abondance et la composition par espèce et par type d'habitat ainsi qu'examiner

l'importance des habitats proximaux sur l'utilisation du territoire par les oiseaux.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Kathryn Freemark
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-6082

3. RECENSEMENT DES OISEAUX EN ZONES AGRICOLES (ROZA) AU CANADA

(Kathryn Freemark, Service canadien de la faune, Centre national de la recherche faunique, Ottawa, et Anthony Diamond, Service canadien de la faune, région de l'Ouest et du Nord, Saskatoon)

Introduction. Le Service canadien de la faune, composante d'Environnement Canada, est responsable de la détermination et de l'interprétation de la signification écotoxicologique de l'utilisation des pesticides (actuelle et future) sur la faune (particulièrement les oiseaux migrateurs) et ses habitats au Canada. Il est responsable aussi de la préparation d'avis et de recommandations afin de prévenir ou d'atténuer ces effets. À ce jour, il n'existe pas de programme au Canada qui puisse fournir des données adéquates sur les oiseaux qui risquent d'être exposés à des pesticides en milieu agricole.

Le projet ROZA vise à étudier la possibilité de tenir un recensement des oiseaux en zones agricoles au Canada qui nous fournirait les données suivantes :

1) évaluation des effets potentiels sur la faune et ses habitats de l'utilisation proposée des pesticides;

2) surveillance des modifications de la distribution spatiale des espèces, de la structure démographique ou du nombre de sujets afin d'évaluer les effets des pesticides et d'autres facteurs de stress sur l'état général des populations aviaires;

3) évaluation des effets sur la faune et ses habitats de l'utilisation de pesticides précis.

L'étude a été concentrée sur les oiseaux dans les habitats agricoles de la Saskatchewan.

Méthode. Des contrats ont été accordés avec des subventions de *PESTFUND*; en consultation avec les directeurs du projet, les titulaires des contrats devaient préparer les protocoles de recensement des oiseaux et d'échantillonnage des habitats, faire le travail sur le terrain, informatiser et documenter les données ainsi que comparer les différentes techniques de recensement. Des analyses internes sont en cours; elles portent sur les erreurs systématiques d'échantillonnage que les données sur le terrain peuvent contenir, sur l'examen de la composition et de l'abondance des espèces aviennes par type d'habitat, sur l'importance des habitats proximaux reliés à l'utilisation du territoire par les oiseaux et sur une comparaison poussée des méthodes de recensement utilisées.

Résultats et analyse. Les oiseaux nicheurs de 33 quadrats de terres en culture ont été recensés selon deux méthodes, et les données ont été versées dans une banque informatique. L'habitat compris dans ces quadrats a été cartographié, et les résultats ont été informatisés. Un rapport préparé à contrat a été remis sur les procédures appliquées sur le terrain, sur les banques de données ainsi que sur la logistique qui accompagne la tenue d'un ROZA pilote en Saskatchewan. Un rapport fait à contrat, qui compare les techniques de recensement, a été remis; il fera l'objet d'un examen au cours de la prochaine année. Les analyses internes sont en cours.

Les données recueillies seront utiles pour l'évaluation du risque pour les oiseaux de l'utilisation de pesticides agricoles dans les

Prairies et pour l'évaluation de l'intérêt d'un ROZA au Canada.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Kathryn Freemark
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-6082

4. RISQUES CAUSÉS PAR L'UTILISATION DE PESTICIDES POUR LES ESPÈCES MENACÉES ET EN DANGER DE DISPARITION (Karen Lloyd, Service canadien de la faune)

Introduction. Dans le processus d'homologation des pesticides, on n'a pas tenu compte systématiquement de la protection des espèces menacées et en danger de disparition par rapport aux pesticides utilisés au Canada. Bon nombre de ces espèces habitent dans les régions où l'on fait usage de pesticides; ces espèces sont donc exposées à l'intoxication par des pesticides de manière directe ou par la perturbation des habitats vulnérables. Cette étude pluriannuelle, qui permettra la mise au point de méthodes d'évaluation du risque pour les espèces en danger de disparition, en était à sa deuxième année.

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

1) déterminer les espèces menacées et en danger de disparition dont l'habitat se superpose à des régions où des pesticides sont utilisés;

2) déterminer et classer les pesticides et les modes d'utilisation qui peuvent faire courir des risques à des espèces menacées ou en danger de disparition;

3) déterminer les besoins en recherche et en surveillance ainsi que d'autres stratégies pour atténuer ces risques.

Méthode

1) On a prélevé des données sur la distribution et la biologie de toutes les espèces que le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada a jugées être menacées ou en danger de disparition. Les données de distribution ont été portées sur des cartes au moyen du système d'information géographique SPANS. Les données sur la biologie de chaque espèce ont été introduites dans DBase.

2) On a trouvé la distribution de 86 cultures dans le recensement de l'agriculture de 1986 de Statistique Canada; ces données ont également été portées sur SPANS. Les zones déterminées sont considérées comme si elles étaient les régions potentielles d'application de nouveaux pesticides.

3) Avec le SPANS, on a procédé à des superpositions des cartes de distribution des espèces et des cartes des cultures afin de déterminer les zones de superposition, donc, d'exposition possible.

Résultats et analyse. Nous avons maintenant des cartes sur toutes les espèces ainsi que sur les 86 cultures incluses dans la base de données. Cette méthode s'est révélée rapide comme outil de dépistage dans les premières étapes du mécanisme d'évaluation des risques. Avec les espèces qui ont une aire de répartition étendue (beaucoup d'oiseaux et de gros mammifères), ces bases de données ont une utilité limitée. Pour ces espèces, il faut des renseignements beaucoup plus détaillés sur les types d'habitats.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Karen Lloyd
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-6073

5. RISQUES INDIRECTS ASSOCIÉS AUX PERCHOIRS «RID-A-BIRD» POUR LES FAUCONS

(K. Hunt et D. Bird, Centre de recherche sur les oiseaux de proie, Sainte-Anne de Bellevue, Québec, et P. Mineau, Centre national de la recherche faunique, Hull, Québec)

Introduction. On rapporte la mort d'oiseaux de proie à la suite de l'utilisation de perchoirs toxiques «Rid-a-Bird» qui servent à la lutte contre les étourneaux, les mainates et les pigeons. La société qui commercialise ce produit prétend que les morts résultent de l'utilisation inappropriée du produit. Le fenthion est un composé extrêmement toxique chez les oiseaux; en principe, une intoxication indirecte est possible. On utilise de plus en plus les milieux urbains pour remettre en liberté des Faucons pèlerins élevés en captivité. Or, les perchoirs «Rid-a-Bird» sont probablement le plus utilisés dans les villes pour la lutte contre les pigeons.

Objectifs. Examiner le potentiel de toxicité indirecte des perchoirs «Rid-a-Bird» chez les oiseaux de proie dans des conditions réalistes et évaluer si les proies intoxiquées (par suite d'un contact avec les perches) sont davantage menacées par les prédateurs ailés.

Méthode. La Crécerelle américaine et le Moineau domestique ont servi à un modèle de prédateur-proie. On a offert à des crécerelles des moineaux qui avaient été exposés aux perches toxiques pendant cinq minutes. (Il a fallu étudier l'effet des perches sur les Moineaux domestiques en fonction de l'exposition; une exposition de cinq minutes correspond à un compromis entre l'importance de l'exposition et le temps létal des moineaux exposés.) Les crécerelles étaient observées dans une volière intérieure, alors qu'elles capturaient les proies et les dévoraient.

Pour le second objectif, on a laissé des crécerelles chasser des volées de Moineaux domestiques constituées de trois sujets témoins et d'un oiseau exposé. La vulnérabilité relative des sujets exposés a pu être déterminée de la sorte.

Résultats et analyse. Au cours des 14 essais d'exposition, 11 crécerelles sont mortes en moins de 21 heures après avoir tué et dévoré de 18 à 80 % d'un seul Moineau domestique. Des échantillons prélevés dans le cerveau de ces crécerelles ont révélé une inhibition moyenne de la cholinestérase de l'ordre de 82 %. Des échantillons de plasma prélevés moins de quatre heures après la consommation des moineaux ont révélé une inhibition moyenne de 96 %. Il semble que le risque d'une intoxication indirecte soit très élevé, du moins dans les conditions d'exposition actuelles.

Au cours de la deuxième expérience, les crécerelles ont choisi le sujet intoxiqué 12 fois sur 15. Il a été calculé que, dans ces conditions, la vulnérabilité relative des Moineaux domestiques exposés était 12 fois supérieure à celle des moineaux qui ne l'ont pas été. Cette observation se trouve à confirmer nos craintes voulant que les oiseaux «cibles» exposés soient plus vulnérables que les autres à la prédation.

On a procédé à des analyses de résidus sur différents organes des Moineaux domestiques ainsi que sur le tractus gastro-intestinal des crécerelles.

Les résultats de cette étude feront l'objet d'une publication. On prévoit également que ces résultats auront beaucoup de poids dans la réévaluation

des risques de danger pour la faune des perchoirs «Rid-a-Bird» qui contiennent du fenthion.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Pierre Mineau
Chef de l'évaluation des pesticides
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-3045

6. AUTRES ÉTUDES SUR L'EFFET DES MESURES DE LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES SUR LA CHOUETTE DES TERRIERS, UNE ESPÈCE MENACÉE (Glen Fox, Service canadien de la faune)

Introduction. Beaucoup de fermiers des provinces de l'Ouest appliquent de la strychnine pour éliminer les gaufres. Comme ces animaux vivent dans les mêmes régions que les Chouettes des terriers, il se peut que la strychnine constitue un danger pour ces dernières.

Méthode. Des grains enduits de strychnine ont été placés dans 2 900 terriers situés dans huit pâturages où 27 couples de chouettes nichaient. Les terriers des chouettes ont fait l'objet d'une surveillance pendant 48 heures avant l'application de l'appât empoisonné et pendant 48 heures après.

Résultats et analyse. Le traitement a eu les effets escomptés sur les gaufres. Le nombre de chouettes n'a pas varié. Ces dernières grattaient l'entrée de leur terrier pour enlever l'appât, et lorsqu'on leur a présenté des gaufres intoxiqués, elles ne s'en sont pas occupé. On croit que la strychnine ne fait pas courir de danger aux Chouettes des terriers.

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Glen Fox
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-6076

7. INCORPORATION DANS LE SOL DE SEMENCES DE CÉRÉALES ET DE GRANULES D'INSECTICIDES APPLIQUÉS DURANT L'ENSEMENCEMENT DU COLZA CANOLA

(R.P. Atkins et R.C. Maze, *Alberta Farm Machinery Institute*, Lethbridge, Alberta, et P. Mineau, Centre national de la recherche faunique, Hull, Québec)

Introduction. Les formulations d'insecticides en granules, largement utilisées au Canada, sont souvent appliquées sur de très grandes superficies. On a déterminé que l'application de granules pour usage prophylactique au moment de l'ensemencement du colza canola est une source de préoccupation (Mineau, 1988). Ce traitement est appliqué à une large zone des prairies et des prairies-parcs de l'Ouest à l'époque où de grands vols d'oiseaux migrateurs venus de l'Arctique traversent cette zone pour se rendre dans leurs aires de nidification. On a constaté que les granules attirent les oiseaux et que leur toxicité est telle qu'un seul granule peut être létal. Donc, il importe de se demander dans quelle mesure ces granules restent sur le sol après leur application. On a déjà relevé un cas de mortalité massive de Bruants lapons. Le fabricant du carbofuran, le pesticide qui entraîne la mort, affirme qu'il y a eu usage abusif de ce produit.

De la même manière, les semences qui ne sont pas incorporées dans le sol constituent une voie d'exposition importante pour bon nombre d'oiseaux et de mammifères. On a rapporté des cas de mortalité massive d'espèces fauniques intoxiquées par l'enduit mercuriel ou organochloré de semences. On connaît très peu de choses sur les taux d'incorporation des semences dans les conditions agricoles typiques des prairies.

Objectifs. Mesurer la proportion de granules qui ne sont pas incorporés après des opérations d'ensemencement de colza canola avec de l'équipement représentatif dans des conditions d'ensemencement typiques, et mesurer la proportion de semences qui ne sont pas incorporées durant les opérations d'ensemencement de céréales.

Méthode. Nous avons procédé aux essais avec quatre types d'équipement dans des conditions idéales et sans travail de la terre. Les semences et les granules ont été traités avec un colorant fluorescent, et nous avons appliqué une technique photographique pour évaluer la proportion des semences ou des granules qui sont restés en surface du sol. Le blé a été choisi comme céréale pour les essais, et les granules ont été préparés de façon à ressembler à ceux du carbofuran.

Résultats et analyse. On prépare la parution d'un rapport. Il restait de 0,1 à près de 3 % des semences de céréales en surface du sol selon l'équipement utilisé et le type de sol. Il restait de moins de 1 à près de 7 % des granules. Ces derniers résultats sont préoccupants, car ils signifient que les oiseaux ont accès à un nombre potentiel élevé de granules. En outre, les résultats indiquent que l'équipement d'ensemencement du colza canola le plus couramment utilisé, qui est aussi celui recommandé par le fabricant des granules, assure la plus mauvaise incorporation des granules.

Ces résultats auront beaucoup de poids lors de l'évaluation des risques associés aux produits sous forme granulaire en général et au carbofuran en particulier. Ce dernier composé (en formulation liquide et granulaire) fait présentement l'objet d'une réévaluation de son homologation à cause des risques qu'il fait courir à la faune et du

nombre élevé de morts qu'il a provoquées (cf. projet sur la Chouette des terriers).

Référence

Mineau, P. «Avian Mortality in Agroecosystems. 1. The Case Against Granular Insecticides in Canada», *Environmental Effects of Pesticides*, British Crop Protection Council Monograph No. 40, p. 3-12 (1988).

Pour obtenir des précisions, s'adresser à :

Pierre Mineau
Chef de l'évaluation des pesticides
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-3045

8. ÉVALUATION DE L'UTILITÉ DES ÉTUDES ACTUELLES SUR LA REPRODUCTION DES OISEAUX

(D.C. Boersma, P. Mineau, B. Collins et D. MacLeod, Centre national de la recherche faunique, Hull, Québec)

Introduction. Dans cette étude de trois ans qui en est à sa deuxième année, nous voulons déterminer la validité des essais de reproduction des oiseaux et déterminer si ces essais sont adéquats, devraient être modifiés ou même être éliminés. Les résultats obtenus au terme de la première année nous ont appris que les études ne sont pas directement comparables, ce qui est largement attribuable à l'utilisation de différentes méthodes statistiques. Il a été impossible d'obtenir les données brutes de toutes les études. C'est pourquoi les travaux d'analyse statistique en cours ont été divisés en deux phases.

Les objectifs pour cette année sont l'examen des études qui ont été résumées depuis le commencement du projet et la détermination de ce qui suit :

1) Avec une analyse commune à toutes les études, quelles études montraient un effet?

2) Comment définir les effets en matière de toxicité liée à la mère ou de toxicité liée à la reproduction?

3) Les doses correspondent-elles aux taux modernes d'application des composés étudiés, au moyen de valeurs médianes et réalistes, mais pas nécessairement représentatives du pire des cas possibles?

4) Quelles méthodes statistiques ont été utilisées dans des études semblables, tant chez les mammifères que chez les oiseaux, et quelle est la validité de certaines méthodes déjà utilisées dans les études de reproduction des oiseaux?

Méthode. Pour les deux premiers objectifs, il a fallu travailler en étroite collaboration avec des statisticiens. Deux bases de données ont été constituées, l'une pour des données historiques de vérification, l'autre pour des données de traitement. On a appliqué différentes méthodes d'analyses statistiques à ces bases de données. On a dépouillé la documentation qui se rapporte aux méthodes statistiques, et un rapport a été rédigé. On a également dépouillé la documentation relative aux études sur la reproduction qui sont de même nature.

Résultats et analyse. Au moyen de l'analyse en composantes principales et par groupage en grappes variables, les données ont été réunies en trois groupements qu'on définit présentement comme la toxicité chez les parents, les effets sur la coquille et la toxicité liée à la reproduction. Les travaux qui portent sur les données historiques de vérification sont en marche; on entend examiner la sensibilité et la conception des études. La deuxième version provisoire du rapport sur la validité des méthodes statistiques appliquées aux études de reproduction des oiseaux sera bientôt terminée.

On a obtenu des taux d'utilisation de tous les composés appliqués, et les études ont été classées selon qu'elles utilisaient des doses inférieures, semblables ou supérieures aux doses qu'on s'attend à retrouver dans le milieu. Les études construites sur des doses inférieures qui montrent la présence

d'un effet sont sources de préoccupations. Des travaux sur tous les aspects sont en cours.

Pour des précisions, s'adresser à :

P. Mineau ou D. Boersma
Service canadien de la faune
Centre national de la recherche faunique
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

(819) 997-3045

Annexe

Contribution d'Environnement Canada aux documents relatifs aux décisions finales

Agriculture Canada fait paraître une série de documents pour fournir de l'information sur les éléments nouveaux en matière de réglementation des pesticides : notes à l'Association canadienne des responsables du contrôle des pesticides (ACRCP), notes sur les produits nouveaux, documents de travail et documents relatifs aux décisions finales. Les notes à l'ACRCP et celles sur les produits nouveaux servent à mettre à jour de façon informelle l'information sur la situation réglementaire des produits ou à résumer brièvement les utilisations d'un nouveau produit. Les documents de travail et les documents relatifs aux décisions finales présentent des résumés des données scientifiques sur un produit, des explications sur le fondement des mesures réglementaires, des analyses des différentes options et des demandes de commentaires au sujet de décisions difficiles concernant la réglementation. Ils exposent également des situations spéciales pouvant survenir lorsque l'homologation d'un nouvel ingrédient actif ou d'un nouvel emploi est requise et que les données sont incomplètes ou que des préoccupations particulières existent.

Participent à la rédaction des documents relatifs aux décisions finales Agriculture Canada et ses principaux conseillers : Santé et Bien-être social Canada, Pêches et Océans Canada et Environnement Canada.

Ce qui suit représente la contribution d'Environnement Canada (Protection de l'environnement et Service canadien de la faune) au document relatif aux décisions finales (89-03) concernant la clofentézine, un acaricide.

Clofentézine

Propriétés chimiques et devenir dans l'environnement

La présente évaluation, effectuée par Environnement Canada (Service canadien de la faune, Conservation et Protection), tient compte du profil proposé d'emploi sur les pommiers.

Propriétés physicochimiques. La pression de vapeur à 25 °C de la clofentézine, déterminée par extrapolation à l'aide de la formule de Clapeyron-Clausius, est de $1{,}3 \times 10^{-7}$ Pa. On en déduit que le risque de disparition de la clofentézine dans l'environnement par volatilisation est minime.

Selon les données disponibles, le coefficient de partage octanol/eau de la clofentézine est de 1 353 ($\log K_{oe} = 3{,}1$)*. On peut, cependant, douter de l'exactitude de cette valeur, car elle repose sur des concentrations mesurées de clofentézine dans la phase aqueuse qui dépassent largement la limite de solubilité dans l'eau.

La clofentézine est essentiellement insoluble dans l'eau. Diverses mesures ont indiqué que sa solubilité y est inférieure à 40 parties par milliard (ppb).

Transformation. Les bases catalysent l'hydrolyse de la clofentézine. Les demi-vies indiquées pour l'hydrolyse sont d'environ 4 h à pH 9, 34 h à pH 7 et 249 h (10 jours) à pH 5. Les études de l'hydrolyse ayant comporté diverses difficultés en raison de la faible solubilité du produit dans l'eau, l'exactitude de ces chiffres est incertaine. Néanmoins, on peut conclure, d'après l'ensemble des données fournies, que l'hydrolyse de la clofentézine est assez rapide aux pH qu'on retrouve dans l'environnement.

Les études sur la phototransformation ont indiqué que celle-ci est plutôt rapide dans l'eau, mais que la clofentézine demeure relativement stable à la lumière à la surface du sol.

Les études sur la biotransformation ont démontré que la clofentézine disparaît dans le sol par fixation, par biotransformation et, plus probablement, par hydrolyse. En conditions aérobies en laboratoire, le TD_{50} (temps de dégradation médian) de la clofentézine dans le sol varie de quatre à huit semaines à 22 °C et de neuf à quatorze semaines à 15 °C. En conditions anaérobies (sol inondé), la clofentézine semble se fixer plus rapidement dans le sol et se transformer moins facilement. La minéralisation de ses résidus jusqu'au CO_2 est rapide dans des sols aérobies, mais elle cesse lorsque les sols sont inondés. Des études sur sols stérilisés ont indiqué qu'une pleine activité microbienne est nécessaire pour la minéralisation complète des résidus de la clofentézine et que des processus non biotiques (comme l'hydrolyse) pourraient jouer un rôle important dans sa transformation dans le sol. D'après des études en laboratoire portant sur des échantillons récemment prélevés de sédiments et d'eau, la clofentézine se retrouve rapidement dans les sédiments et est rapidement transformée. Les TD_{50} des résidus extractibles dans les sédiments comme dans l'eau étaient inférieurs à sept jours pour ces échantillons.

Dans les études sur la biotransformation, aucun produit de transformation à la fois important et persistant n'a été observé. Toutefois, dans les études de la phototransformation en milieu aqueux, en conditions stériles, une accumulation du produit de transformation 2-chlorobenzonitrile a été constatée : il représentait 75 % de la radioactivité retrouvée après 31 jours d'exposition à la lumière solaire. Dans les témoins gardés à l'obscurité, ce produit s'est accumulé pendant la période d'étude, mais il ne représentait que 5 %, au maximum, de la radioactivité retrouvée à la fin de l'étude. À la surface d'un sol traité avec la ^{14}C-clofentézine, le 2-chlorobenzonitrile représentait 5,5 % de la radioactivité initiale après 31 jours d'exposition à la lumière solaire. Dans des études de l'hydrolyse, le 2-chlorobenzonitrile a été observé dans les échantillons à 1,5 fois la demi-vie de la clofentézine pour l'hydrolyse et il renfermait environ 6 % de la radioactivité retrouvée. Il n'a pas été observé dans des échantillons de sols non stériles en conditions aérobies ni dans des microcosmes sédiments/eau incubés à l'obscurité, ce qui pourrait indiquer que le composé est biodégradé rapidement, qu'il est fortement adsorbé ou qu'il s'est formé seulement en quantités non décelables.

D'autres données indiquant le devenir probable du 2-chlorobenzonitrile dans l'environnement ont été fournies. Sa transformation pourrait suivre la même voie que celle mise en évidence pour des composés similaires, le bromoxynil et le dichlobénil, où les groupements nitrite sont hydrolysés pour donner les amides correspondants puis hydrolysés à nouveau pour donner l'acide et, enfin, le CO_2. Des études plus poussées ne sont pas requises pour le moment pour les raisons suivantes : 1) le faible potentiel de mobilité de la clofentézine; 2) le potentiel d'hydrolyse du 2-chlorobenzonitrile; 3) la non-détection de ce dernier dans le sol.

Disparition dans l'environnement. Des études sur le terrain au Canada et au Royaume-Uni ont indiqué une persistance nulle à modérée de la clofentézine dans le sol, les TD_{50} variant de 19 à 73 jours. Dans un verger en Colombie-Britannique, la clofentézine a été jugée non persistante dans la litière à la surface du sol après une application en début de saison. Toutefois, des renseignements supplémentaires concernant le plan d'expérience étaient nécessaires pour appuyer ces observations et préciser la portée de l'information fournie.

D'après les résultats, la clofentézine devrait disparaître assez rapidement dans la litière des vergers pour les conditions d'emploi prévues, soit une seule application en début de saison.

Les résultats des études en laboratoire et sur le terrain indiquent que la clofentézine ne sera pas lessivée dans le sol.

Écotoxicité

Les études présentées indiquent que la clofentézine est peu toxique chez les vers de terre, les microorganismes du sol, l'abeille domestique et des espèces de poissons et d'invertébrés aquatiques indicatrices. En faibles concentrations, elle stimule la croissance des algues, peut-être en agissant comme source d'azote. Aucune inhibition de leur croissance n'a été observée.

Le facteur de bioconcentration de la clofentézine chez le centrarchidé bleu, d'après la documentation, serait de 430. La dépuration est rapide, 88 % des résidus étant éliminés après trois jours lorsque l'exposition est arrêtée.

L'information présentée indique que la clofentézine ne serait pas directement toxique chez les prédateurs et parasites bénéfiques suivants, dont certains jouent un rôle important dans la lutte antiparasitaire intégrée dans les vergers : *Typhlodromus occidentalis* et *Phytoseiulus persimilis*. L'innocuité de la clofentézine chez *Typhlodromus pyri* a également été démontrée; toutefois, des résultats obtenus sur le terrain indiqueraient une certaine mortalité, cependant faible, des oeufs et des nymphes pendant les sept premiers jours après l'arrosage d'une solution contenant 300 ppm de clofentézine.

Oiseaux sauvages. La toxicité aiguë de la clofentézine chez les oiseaux est faible. L'administration d'une dose de 7 500 mg d'ingrédient actif (i.a.) par kilogramme de poids corporel, par voie orale, à des Colins de Virginie adultes n'a provoqué la mort d'aucun d'entre eux. L'ingestion par les oiseaux de nourriture contaminée par la clofentézine dans les vergers ne devrait pas non plus être cause de mortalité. Ingérée pendant cinq jours jusqu'à une concentration de 20 000 mg par kilogramme de nourriture, la clofentézine n'a eu aucun effet mortel sur des Colins de Virginie et des Canards malards âgés de dix jours.

Il est affirmé que la clofentézine est un répulsif très efficace contre les oiseaux à des doses de 10 à 1 000 g/ha. De telles doses sont bien inférieures à celles qui ont une action toxique aiguë chez les oiseaux. Une telle action répulsive devrait offrir une plus grande marge de sécurité pour ceux-ci. Toutefois, aucune donnée n'est disponible pour appuyer cette affirmation.

Les effets sur la reproduction des oiseaux n'ont pas été étudiés, et aucune étude sur les oiseaux n'a été effectuée sur le terrain. Étant donné la faible toxicité aiguë chez les oiseaux et le métabolisme rapide de la clofentézine, il ne semble pas nécessaire d'effectuer de telles études ou des évaluations sur le terrain importantes traitant des effets sur les oiseaux.

Mammifères sauvages. La clofentézine de qualité technique n'est pas très toxique chez le rat, la souris, le hamster, le cobaye et le chien en laboratoire. La toxicité orale aiguë exprimée par la DL_{50} (dose létale médiane) varie de 1 500 mg (i.a.)/kg chez le cobaye à 3 200 mg (i.a.)/kg chez le rat, la souris et le hamster. De même, la formulation Apollo SC est peu toxique, sa toxicité orale aiguë (DL_{50}) dépassant 2 100 mg (i.a.)/kg chez le rat.

Dans le cas du produit technique administré par voie intrapéritonéale, la toxicité aiguë exprimée par la DL_{50} est de 800 mg (i.a.)/kg chez le rat.

Il a été impossible d'obtenir un aérosol stable de l'Apollo SC et, par conséquent, de calculer la toxicité par inhalation du produit formulé. Toutefois, l'inhalation ne devrait pas représenter une voie importante d'exposition pour la faune.

Des études sur le métabolisme ont indiqué que la clofentézine est largement métabolisée et rapidement éliminée chez le rat, le lapin, le chien, la souris et le babouin. La clairance est presque complète en deux jours.

Aucune étude sur le terrain n'a été réalisée sur des mammifères sauvages. Ceux-ci pourraient être exposés par la peau ou par leur nourriture. Compte tenu des niveaux probables d'exposition par l'application d'Apollo SC dans les pommeraies, les risques pour les mammifères devraient être minimes, et des études sur le terrain ne paraissent pas nécessaires pour le moment.

Amphibiens et reptiles. Aucune donnée n'est disponible pour l'évaluation du risque pour ces animaux.

Invertébrés aquatiques. En raison de la faible solubilité de la clofentézine technique (35 µg/L), la détermination de la CL_{50} a posé des difficultés dans les études de la toxicité en milieu aquatique. Dans une étude sur *Daphnia magna*, la clofentézine est demeurée en suspension, lorsque ajoutée à la concentration de 100 mg (i.a.)/L dans le bassin d'essai, et sa concentration à l'état dissous était inférieure à 0,14 mg (i.a.)/L. À cette concentration, la mortalité des organismes soumis à l'essai ne dépassait pas celle des témoins. Une étude avec le produit formulé Apollo SC, plus soluble, n'a indiqué aucun effet toxique, mesuré par l'immobilisation, à des concentrations aussi élevées que 100 mg (i.a.)/L. La concentration de la solution d'essai a diminué de 50 % au cours des 48 h de l'essai sous l'effet de l'hydrolyse; néanmoins, les concentrations sont demeurées bien supérieures à celles auxquelles donnerait lieu un arrosage directement au-dessus d'étendues d'eau peu profonde (c'est-à-dire, 0,05 mg (i.a.)/L).

Invertébrés terrestres. Le produit formulé (50 % WP) est peu toxique chez les ouvrières de l'abeille domestique, *Apis mellifera*. La DL_{50} par contact a été supérieure à 1 500 mg (i.a.)/L, et celle par voie orale, supérieure à 20 µg/abeille.

Aucun effet n'a été observé sur le nombre de vers de terre un mois et six mois après une application du même produit (50 % WP) sur le terrain à la dose de 372 g (i.a.)/ha.

Aucun effet de la clofentézine technique n'a non plus été observé sur l'ammonification dans des sols sableux, loameux ou argileux à des doses de 1,0 et 10,0 kg (i.a.)/ha. La nitrification a été légèrement réduite dans des sols non amendés avec de la luzerne et légèrement stimulée dans des sols amendés (ajout d'azote organique). Ces effets n'étaient toutefois pas significatifs.

Plusieurs études ont été réalisées sur les effets des produits formulés (SC, 50 % WP et 80 % WP) sur des prédateurs et parasites utiles dans des vergers en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Angleterre. Les populations de ces prédateurs et parasites représentent un important moyen de lutte biologique et elles sont mises à profit dans des programmes de lutte intégrée.

Typhlodromus occidentalis, prédateur du tétranyque à deux points, *Phytoseiulus persimilis*, prédateur des tétranyques, et *Encarsia formosa*, parasite des mouches blanches (aleurodes), sont peu touchés, par comparaison aux populations des acariens nuisibles qui, elles, ont été réduites de façon marquée. *Typhlodromus pyri* et *Agistemus longisetus*, qui sont des prédateurs du tétranyque rouge du pommier, ont été favorisés par rapport à la population des acariens nuisibles, quoique les résultats d'une étude aient indiqué un effet toxique sur les jeunes *T. pyri* (nymphes, larves et oeufs). La clofentézine présente un certain potentiel d'emploi dans les programmes de lutte intégrée.

Considérations touchant les habitats fauniques. Comme dans les études sur les invertébrés aquatiques, la faible solubilité du produit technique a créé des difficultés dans les essais de toxicité. Dans une étude de l'effet de la clofentézine technique sur la croissance de l'algue verte *Scenedesmus pannonicus*, la concentration sans effet observable a été estimée en théorie à 32 µg (i.a.)/L, bien que la concentration réelle au début de l'expérience ait été inférieure d'un ordre de grandeur à la

concentration prévue (de 2,3 à 3,3 µg/L). Aux concentrations supérieures à la solubilité dans l'eau, la croissance a été touchée.

Une étude de la toxicité d'Apollo SC sur l'algue verte *Selenastrum capricornutum* a indiqué que la croissance des algues est stimulée aux concentrations d'essai plus élevées (16 et 50 mg (i.a.)/L). La CE_{50} n'a pas été calculée, car aucun effet n'a été observé aux faibles concentrations. D'après les résultats obtenus sur cette espèce indicatrice, les algues ne devraient pas être touchées si le produit formulé est introduit dans un système aquatique.

Aucune étude disponible ne permet d'évaluer les effets de la clofentézine ou d'Apollo SC sur les plantes vasculaires aquatiques ou les plantes terrestres. Toutefois, les effets phytotoxiques ont été examinés lors d'études sur le terrain des effets de la clofentézine formulée sur les populations d'acariens prédateurs. Aucune toxicité chez les pommiers n'a été observée. Aucun effet toxique n'a non plus été décelé sur le haricot de lima nain, *Phaseolus lunatus*, lors d'essais de toxicité d'Apollo SC sur le tétranyque à deux points et le tétranyque rouge vif, *Tetranychus telarius*.

Ces données indiquent que l'utilisation d'Apollo SC dans les pommeraies devrait avoir peu d'effets sur les habitats fauniques.

Bioaccumulation. La bioaccumulation a été étudiée chez le centrarchidé bleu, *Lepomis macrochirus*, en conditions dynamiques. Les poissons soumis à l'essai ont été exposés à une concentration de 0,018 mg (i.a.)/L environ à 22 °C pendant 28 jours. Un plateau a été atteint après trois jours, et le facteur de bioaccumulation a été estimé à 430. La demi-vie de clairance serait inférieure à un jour.

La bioaccumulation peut être estimée par corrélation à partir des caractéristiques physicochimiques du pesticide, comme le coefficient de partage *n*-octanol-eau (K_{oe}) et la solubilité dans l'eau, qui est d'environ 35 µg/L. D'après la formule de corrélation de Veith *et al.* (1979), basée sur K_{oe}, le facteur de bioaccumulation pour le poisson serait de 86. D'après la formule de corrélation de Kenaga et Goring (1978, 1980), reposant sur la solubilité dans l'eau, il serait de 4 000. La différence pourrait être due à la valeur indiquée pour K_{oe}. Comme on l'a dit auparavant, cette valeur est suspecte. D'après l'étude de la bioaccumulation dont il est fait état dans le paragraphe précédent et compte tenu de la faible solubilité de la clofentézine dans l'eau, on peut penser que le coefficient de partage *n*-octanol/eau pourrait être plus élevé d'environ un ordre de grandeur que la valeur indiquée.

La clofentézine est métabolisée rapidement par les mammifères et les poissons, sa demi-vie de clairance étant inférieure à une journée. La bioaccumulation de résidus de la clofentézine à des concentrations potentiellement néfastes est peu probable chez les mammifères.

Références (Note de la rédaction : Les références qui suivent ne sont pas données dans le document relatif aux décisions finales 89-03. Elles sont présentées ici à titre d'information.)

Kenaga, E.E. et C.A.I. Goring. Prétirage remis à l'American Society for Testing and Materials (17 et 18 octobre 1978).

Kenaga, E.E. et C.A.I. Goring. «Relationship Between Water Solubility,

Soil Sorption, Octanol-Water Partitioning and Bioconcentration of Chemicals in Biota», *Aquatic Toxicology*, ASTM STP 707, (J.C. Eaton, P.R. Parrish et A.C. Hendricks, éd.), American Society for Testing and Materials, p. 78-115 (1980).

Veith, G.D., De Foe, D.L. et B.V. Bergstedt. «Measuring and Estimating the Bio-concentration Factor in Fish», *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *36* : 1040-1048 (1979).

INDEX

1,2-dichloropropane . . . 61-62, 68, 115, 117
1,3-dichloropropane 61-62, 68-69
2,4,5-T 53, 72
2,4-D 53, 63, 72, 86, 89, 106-107, 111, 115
2,4-DB 40

Acéphate 45
Acétylcholinestérase 45, 57, 80
Acides aminés libres 34
Aldicarbe 19-21
Aldrine 53
Alpha-BHC 26, 63
Arpenteuse de la pruche 10
Atrazine . . . . 19, 31-32, 36-37, 39-40, 49, ... 51, 53-55, 61, 63-67, 115
Azinphos-méthyl 14, 44

BPC 15-16, 24, 53, 76
Bruant lapon 137
Buse de Swainson 103

Caneton malard 101
Carbaryl 72, 87, 91, 94-95, 115
Carbofuran . . . 44, 51, 101, 104, 115, 137
Chironome 3
Chlorothalonil 28
Cholinestérase 10-11
Chouette des terriers 136, 138
Clofentézine 141-146
Colza canola 87, 137
Contaminants organochlorés 15
Corises 3
Cormoran à aigrettes 15, 77
Crécerelle américaine 13, 80, 134

DDE 15-16, 39, 76, 81
DDT 15, 24, 115
Deltaméthrine . . . . . 59 - 60, 87
Dérive de pesticides par voie aérienne 1, 3
Diazinon . . . . . 39 - 40, 45, 115, 121-122
Dichlorvos 27, 111
Diclofop-méthyl 53, 89, 96-97
Dieldrine 15-16, 53, 76
Dinosèbe 17, 19, 115, 119

Eau souterraine . . 17, 19-20, 22, 31-32, 53, . . . 62, 65, 68-69, 88-89, 91-92, 115, 117
Épinoche à trois épines 3, 7
Époxyde d'heptachlore 15-16

Fénitrothion 5, 7-11, 57, 72
Fenthion 134-135
Fluoranthène 22, 24

Glyphosate . . . 1-2, 42, 51, 91-92, 123-124
Goéland argenté 76-79

HCB 16, 76
HCH 15-16
Hirondelle bicolore 13-14, 104
HPA 24

Invertébrés benthiques 34, 66-67

Lindane 26, 39-40, 98-99

Macareux arctique 15
Malathion 44, 87, 111
MCPA 63, 91, 106-107, 111
Merle d'Amérique 13, 45
Merle bleu 80-81, 104
Métolachlore 31-32, 63-67
Mirex 15-16, 76
Moules 34, 70
Moule bleue 7
Mye d'eau douce 7

Oxychlordane 15-16

PCDD 53
Pesticides à base de benzothiazole 74
Pétrel cul-blanc 15
Phénoxys 42
Phryganes 3, 57
Pinson à gorge blanche 8, 11
Plantes non visées 126-127

Précipitations 26, 63-64, 68, 92, 115
Puces d'eau 3

Saumon 27, 123
Sterne de Forster 79

TCDF 53
Tête-de-boule 98-100
Tordeuse des bourgeons
de l'épinette 7-8, 10, 45
Toxaphène 72
Triallate 86, 91-92, 98, 100, 106-107
Tributylétain 70, 72
Trifluraline 98, 100, 106-107
Truite arc-en-ciel 7, 28, 96, 121, 123